



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Stand 28.03.2022

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



BUNDESGESELLSCHAFT  
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 3

## Inhaltsverzeichnis

<b>Deckblatt</b>	<b>1</b>
<b>Revisionsblatt</b>	<b>2a</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>6</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>9</b>
<b>2 Gegenstand und Abgrenzung</b>	<b>10</b>
<b>3 Vorgehen zur Methodenentwicklung für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</b>	<b>10</b>
<b>4 Ziel der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</b>	<b>11</b>
<b>5 Sicherheitsprinzipien und -anforderungen für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen</b>	<b>11</b>
<b>6 Inhalte der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</b>	<b>14</b>
<b>7 Ablauf der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</b>	<b>16</b>
<b>8 Methoden der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen</b>	<b>23</b>
8.1 Zusammenstellung des Abfallinventars (§ 4 Abs. 2 EndlSiUntV)	23
8.1.1 Inventardatenbedarf	23
8.1.2 Literaturquellen zum Abfallinventar	24
8.1.3 Ermittlung von Inventardaten für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen	24
8.2 Erstellung eines Dokumentstrukturplans (§ 4 Abs. 5 EndlSiUntV)	25
8.3 Vorläufiges Sicherheitskonzept (§ 6 Abs. 1 EndlSiUntV)	27
8.3.1 Umgang mit den vorläufigen Sicherheitskonzepten im kristallinen Wirtsgestein	29
8.4 Ausweisung von Untersuchungsräumen (§ 3 EndlSiUntV)	31
8.5 Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV)	32
8.5.1 Einteilung von Untersuchungsräumen in Teiluntersuchungsräumen	33
8.5.2 Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen im Rahmen der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen	34
8.5.3 Geogene Prozesse (geowissenschaftliche Langzeitprognose)	35

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 4

8.6	Vorläufige Auslegung des Endlagers für jeden Untersuchungsraum (§ 6 Abs. 4 EndlSiUntV)	35
8.6.1	Technische und geotechnische Barrieren (§ 7 Abs. 6 Nr. 2 EndlSiUntV)	40
8.7	Analyse des Endlagersystems für jeden Untersuchungsraum (§ 7 EndlSiUntV)	41
8.7.1	Ziel der Analyse des Endlagersystems	41
8.7.2	Ableitung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems (§ 7 Abs. 6 Nr.1 EndlSiUntV)	42
8.7.3	Bewertung anhand der Aspekte a) bis f) (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV)	44
8.7.4	Möglichkeit eines sicheren Betriebs (§ 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV)	46
8.7.5	Zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (§ 7 Abs. 6 Nr. 6 EndlSiUntV)	48
8.7.6	Relevanz der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 7 Abs. 4 EndlSiUntV)	50
8.8	Umfassende Bewertung des Endlagersystems für jeden Untersuchungsraum (§ 10 EndlSiUntV)	51
8.9	Bewertung von Ungewissheiten (§ 11 EndlSiUntV)	53
8.9.1	Definition von Ungewissheiten	54
8.9.2	Kategorisierung von Ungewissheiten	54
8.9.3	Spezifische Untersuchung der Auswirkungen bestehender Ungewissheiten	55
8.9.4	Reduzierung von Ungewissheiten	56
8.10	Ableitung des Erkundungs-, Forschungs-, und Entwicklungsbedarfs (§ 12 EndlSiUntV)	57
8.10.1	Grundlagen	57
8.10.2	Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe	57
8.10.3	Priorisierung der abgeleiteten Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe	58
8.10.4	Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme	59
<b>9</b>	<b>Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen (§ 14 Abs. 2 StandAG)</b>	<b>60</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>61</b>
	<b>Anzahl der Blätter dieses Dokumentes</b>	<b>62</b>

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 5

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Arbeitsschritte der rvSU gemäß EndlSiUntV	15
Abbildung 2:	Ablauf der Bearbeitungsschritte einer repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchung.	22
Abbildung 3	Entwurf des Dokumentstrukturplans.	26
Abbildung 4:	Vereinfachte graphische Darstellung der nach § 4 Abs. 3 EndlSiAnfV genannten Möglichkeiten zum Erreichen des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle im Bewertungszeitraum.	28
Abbildung 5:	Schematische Darstellung der Methodik zur wirtsgesteinsspezifischen vorläufigen Endlagerauslegung im Rahmen der rvSU (Teil 1 der Methodik)	37
Abbildung 6:	Schematische Darstellung der Methodik zur (teil-)untersuchungsraumspezifischen vorläufigen Endlagerauslegung im Rahmen der rvSU (Teil 2 der Methodik)	40
Abbildung 7:	Schematischer Überblick der zu erarbeitenden Inhalte der Analyse des Endlagersystems gemäß § 7 Abs. 6 EndlSiUntV für die rvSU	42
Abbildung 8:	Schema zur Darstellung der unterschiedlichen FEP-Kataloge	44
Abbildung 9:	Zusammenfassende Darstellung der Methodik zur Darstellung der grundsätzlichen Möglichkeit eines sicheren Betriebs im Rahmen der rvSU nach § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV	47
Abbildung 10:	Beispielhafte Darstellung der Bewertungen in die Kategorien A bis D nach § 10 EndlSiUntV eines fiktiven Untersuchungsraums	52
Abbildung 11:	Ungewissheiten, welche den Input der Modellierung betreffen, pflanzen sich über die Modellierung fort und resultieren in einer Prognoseungewissheit	56
Abbildung 12:	Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen	60

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Für die rvSU zugrunde gelegtes Abfallinventar	25
Tabelle 2:	Kategorien von Ungewissheiten in den rvSU	55

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung	Blattzahl: 744
	KZL: SG/0330/-/-/EA/TF/0002/00	

**Gesamte Anzahl der Blätter dieses Dokumentes inkl. Anlagen**

**806**

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 6

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AK</b>	Ausschlusskriterium/Ausschlusskriterien
<b>AtG</b>	Atomgesetz
<b>AVR</b>	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor Jülich. Versuchsreaktor eines Kugelhaufenreaktors.
<b>BASE</b>	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
<b>BE</b>	Brennelement(e)
<b>BER II</b>	Berliner Experimentier-Reaktor II. Forschungsreaktor am Helmholtz-Zentrum Berlin.
<b>BGE</b>	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (06.06.1986 – 17.12.2013) bzw. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (14.03.2018 – 08.12.2021). Name des heutigen BMUV.
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (17.12.2013 – 14.03.2018). Name des heutigen BMUV.
<b>BMUV</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (seit 08.12.2021)
<b>BSt.</b>	Brennstab/Brennstäbe
<b>CSD-V</b>	colis standard de déchets vitrifiés. Frz. „Standardbehälter für verglaste Abfälle“. Standardkokille mit verglasten hochaktiven Spaltproduktlösungen
<b>DWR</b>	Druckwasserreaktor. Typ eines LWR.
<b>EndlSiAnfV</b>	Endlagersicherheitsanforderungsverordnung
<b>EndlSiUntV</b>	Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung
<b>EVA</b>	Einwirkungen von innen
<b>EVI</b>	Einwirkungen von außen
<b>FEP</b>	Features, Events and Processes. Engl. „Komponenten, Ereignisse und Prozesse“
<b>FRM II</b>	Forschungsreaktor München II. Forschungsreaktor am Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ) in Garching bei München.
<b>FRMZ</b>	Forschungsreaktor Mainz. Forschungsreaktor an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 7

- geoWK** geowissenschaftliches Abwägungskriterium / geowissenschaftliche Abwägungskriterien
- GOK** Geländeoberkante
- HAA** Hochradioaktive Abfälle
- HAW** high-activity waste(s). Bezeichnung für hochaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Vereinigten Königreich.
- i. V. m.** In Verbindung mit
- KfK** Kernforschungszentrum Karlsruhe. Bis 1995 Name der Vorgängerorganisation des heutigen Karlsruher Institutes für Technologie.
- KNK II** Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage Karlsruhe. Versuchsreaktor eines natriumgekühlten Schnellen Brüters.
- LWR** Leichtwasserreaktor. Kernreaktor mit leichtem Wasser (H<sub>2</sub>O) als Kühlmittel und Moderator.
- MA** Mindestanforderung(en)
- MOX** Mischoxid. Kernbrennstoff aus Uran-Plutonium-oxid aus der Wiederaufarbeitung.
- planWK** planungswissenschaftliches Abwägungskriterium / planungswissenschaftliche Abwägungskriterien
- RFR** Rossendorfer Forschungsreaktor. Ehemaliger Forschungsreaktor am Forschungszentrum Dresden-Rossendorf.
- rvSU** Repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchung(en)
- SM** Schwermetallmasse, z. B. in der Einheit [t<sub>SM</sub>] („Tonne Schwermetall“). Vor dem Reaktoreinsatz im Brennstoff enthaltene Kernbrennstoffmasse.
- SMA** schwach- und mittelradioaktive Abfälle
- STA** Bereich Standortauswahl
- StandAG** Standortauswahlgesetz
- SWR** Siedewasserreaktor. Typ eines LWR mit Dampferzeugung im Primärkreislauf.
- TG** Teilgebiet(e)
- THTR** Thorium-Hochtemperaturreaktor. Prototypkraftwerk eines Kugelhaufenreaktors in Hamm-Uentrop.
- TUR** Teiluntersuchungsraum/Teiluntersuchungsräume

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 8

- UK-HAW** United Kingdom – high-activity waste(s). Eng. „Vereinigtes Königreich – hochaktive Abfälle“. Bezeichnung für aus der Wiederaufarbeitung in Großbritannien zurückgeführte Kokillen mit verglasten hochaktiven Spaltproduktlösungen.
- UOX** Uranoxid. Uran(IV)-oxid, ein üblicher Kernbrennstoff für LWR.
- UR** Untersuchungsraum/Untersuchungsräume
- URS** Forschungscluster „Ungewissheiten und Robustheit mit Blick auf die Sicherheit eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle“
- VSG** Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben. Forschungsvorhaben zu den im Erkundungsbergwerk Gorleben durchgeführten Untersuchungen mit Sicherheitsanalyse eines Endlagerbergwerkes in steilen Steinsalzformationen (Berichte 2011 – 2013).
- vSU** vorläufige Sicherheitsuntersuchung(en)
- WAK** Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe. Auch Kurzbezeichnung für die dort verglasten hochaktiven Abfälle.
- WG** Wirtsgestein
- wwSU** weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchung(en)
- WWER** Водо-водяной энергетический реактор. Russ. „Wasser-zu-Wasser-Energiereaktor“. Sowjetisch/russische DWR-Baulinie.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 9

## 1 Einführung

Am 21. September 2016 wurde die *Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH* (BGE) im Geschäftsbereich des *Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz* (BMUV<sup>1</sup>) auf Basis des Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung aus dem Juli 2016 gegründet.

Die Durchführung des Standortauswahlverfahrens richtet sich nach dem Standortauswahlgesetz (StandAG). Die ursprüngliche Fassung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle (StandAG 2013) vom 23. Juli 2013 (Bundesgesetzblatt (BGBl.) I S. 2553) trat nach Evaluierung durch den Bundestag am 16. Mai 2017 außer Kraft. Zeitgleich trat die Neufassung, das Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, Art. 1 des Gesetzes vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), überwiegend zum 16. Mai 2017 in Kraft. Letzte Änderungen des Standortauswahlgesetzes erfolgten durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760).

Die Übertragung der Wahrnehmung der Aufgaben des Bundes nach § 9a Abs. 3 S. 1 des Atomgesetzes (AtG) auf die BGE erfolgte gemäß § 9a Abs. 3 S. 2 AtG am 25. April 2017. Damit ist die BGE Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren nach § 3 Abs. 1 StandAG. Am 5. September 2017 erfolgte der offizielle Start des Standortauswahlverfahrens in Berlin. Mit der Veröffentlichung des Zwischenbericht Teilgebiete Ende September 2020 wurde der Schritt 1 der Phase I abgeschlossen. Im nun anschließenden Schritt 2 der Phase I hat die BGE nach § 14 StandAG auf Basis der im Zwischenbericht ausgewiesenen Teilgebiete (Zwischenbericht Teilgebiete, BGE (2020g)) Standortregionen für die übertägige Erkundung zu ermitteln und diese als Vorschlag dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) zu übermitteln. Hierfür sind gemäß § 14 StandAG erstmals im Standortauswahlverfahren vorläufige Sicherheitsuntersuchungen (vSU) in Form sogenannter repräsentativer vorläufiger Sicherheitsuntersuchungen (rvSU) in allen Teilgebieten durchzuführen. Auf Basis der Ergebnisse der rvSU sind durch die erneute Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (geoWK) günstige Standortregionen zu ermitteln. Unter den Voraussetzungen von § 25 StandAG erfolgt die Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien (planWK). Ziel ist es Standortregionen für die übertägige Erkundung auf Basis wissenschaftlicher Kriterien und Anforderungen zu ermitteln, welche die Anforderungen der bestmöglichen Sicherheit eines Endlagers für den Bewertungszeitraum von einer Million Jahren erfüllen können. Die übertägige Erkundung der gesetzlich festgelegten Standortregionen erfolgt in der Phase II des Standortauswahlverfahrens.

Um die übertägige Erkundung in Phase II zielführend zu gestalten, ist es erforderlich eine Anzahl von Standortregionen mit einer für die übertägige Erkundung handhabbaren Fläche auszuweisen. Dies erfordert eine deutliche Einengung der Standortregionen im Vergleich zur Anzahl und Größe der Teilgebiete.

<sup>1</sup> Ehemals BMU bzw. BUMB.



# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 10

## 2 Gegenstand und Abgrenzung

Das vorliegende Dokument stellt einen Arbeitsstand<sup>2</sup> des Konzeptes für die Durchführung der rvSU entsprechend der Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV) dar. Die methodische Vorgehensweise zur Anwendung der geowissenschaftlichen und eventuell der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien (§§ 24 und 25 StandAG) und Erarbeitung der standortbezogenen Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung sind nicht Teil dieses Konzeptes.

Im Folgenden werden die Arbeitsschritte zur Ausweisung von Untersuchungsräumen (§ 3 EndlSiUntV), zur Erstellung der Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV) und des vorläufigen Sicherheitskonzeptes mit der Entwicklung der vorläufigen Auslegung des Endlagers (§ 6 EndlSiUntV), sowie zur Analyse des Endlagersystems (§ 7 EndlSiUntV) konkret erläutert. Für die Arbeitsschritte zur umfassenden Bewertung (§ 10 EndlSiUntV), Bewertung von Ungewissheiten (§ 11 EndlSiUntV) sowie der Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs (§ 12 EndlSiUntV) wird jeweils ein Ausblick gegeben.

Eine detailliertere Darstellung der Methodik zu den einzelnen Arbeitsschritten der rvSU inklusive Erläuterung anhand von Beispielen ist in Anlage 1 zu finden.

## 3 Vorgehen zur Methodenentwicklung für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Die Methodenentwicklung für die Durchführung der rvSU erfolgt unter Berücksichtigung der geltenden rechtlichen Vorgaben direkt an praktischen Beispielen, d. h. an Teilgebieten, die für die Methodenentwicklung ausgewählt wurden. Diese sogenannten *Gebiete zur Methodenentwicklung* sind:

- [Teilgebiet 001\\_00](#) (Tongestein, Opalinuston)
- [Teilgebiet 035\\_00](#) (Steinsalz in steiler Lagerung, Salzstock Bahlburg)
- [Teilgebiet 078\\_02](#) (Steinsalz in flacher Lagerung, Thüringer Becken)
- Teile des [Teilgebiets 009\\_00 Kristallin](#) (kristallines Wirtsgestein, Saxothuringikum)

Darstellungen der praktischen Beispiele sind der Anlage 1 zu entnehmen.

Im Vordergrund der Methodenentwicklung steht eine einheitliche übergeordnete Vorgehensweise zur Durchführung der rvSU. Im Rahmen der praktischen Anwendung können Vorgehensweisen in den jeweiligen Gebieten an die gebietsspezifischen Gegebenheiten angepasst werden. Kern des Konzepts ist es, eine Vorgehensweise zu wählen, die – wo immer möglich – eine räumlich differenzierte Bewertung des jeweiligen Gebietes erlaubt. In den rvSU ist zunächst grundsätzlich die Möglichkeit zum sicheren Einschluss darzustellen und zu bewerten.

<sup>2</sup> Das vorliegende Dokument wird im Laufe der Arbeiten des Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens bis zur Vorlage des Vorschlages für die Standortregionen fortlaufend auf Basis neuer Erkenntnisse im Sinne des lernenden Verfahrens weiterentwickelt werden.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 11

Die Methodenentwicklung zur Durchführung der rvSU wird im Sinne des lernenden Verfahrens erst mit dem abschließenden Standortregionen-Vorschlag abgeschlossen. Wenn im Rahmen der fortlaufenden Methodenentwicklung oder auch der späteren Durchführung erkennbar wird, dass das Konzept verbessert werden kann, sind entsprechende Vorgehensweisen<sup>3</sup> zu entwickeln und zu erläutern. Hinweise, die im Rahmen der Methoden-Konsultation Ende März bis Ende Mai 2022 eingehen, werden entsprechend berücksichtigt und ggf. eingearbeitet.

## 4 Ziel der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Das wesentliche Ziel der rvSU ist es zu beurteilen, in wie weit der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle unter Ausnutzung der geologischen Standortgegebenheiten erwartet werden kann (§ 27 Abs. 1 StandAG). Dabei wird die Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems<sup>4</sup> bewertet. Die Ergebnisse der rvSU bilden in der weiteren Bearbeitung des § 14 StandAG die Grundlage für die Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme, der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien und damit der Ermittlung günstiger Standortregionen.

## 5 Sicherheitsprinzipien und -anforderungen für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Durch die Sicherheitsanforderungen wird das zu erreichende Schutzniveau bei der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle gemäß § 26 StandAG festgelegt. Hierdurch muss nach Stand von Wissenschaft und Technik gewährleistet werden, dass das Endlagersystem die erforderliche Vorsorge gegen Schäden erfüllt<sup>5</sup>. Die Sicherheitsanforderungen bilden die wesentliche Grundlage für die im Rahmen der vSU nach § 27 StandAG durchzuführende Bewertung, ob ein sicherer Einschluss an einem Standort zu erwarten ist.

Für die Sicherheitsanforderungen sind insbesondere folgende **Schutzziele und allgemeine Sicherheitsprinzipien** (§ 26 Abs. 2 StandAG):

<sup>3</sup> Sinngemäß in Bezug auf die allgemein geltenden Anforderungen gemäß der in Kapitel 5 genannten Sicherheitsprinzipien.

<sup>4</sup> Endlagersystem: „das den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle durch das Zusammenwirken der verschiedenen Komponenten bewirkende System, das aus dem Endlagerbergwerk, den Barrieren und den das Endlagerbergwerk und die Barrieren umgebenden oder überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche besteht, soweit sie zur Sicherheit des Endlagers beitragen“ (§ 2 Nr. 11 StandAG).

<sup>5</sup> § 26 Abs. 1 StandAG i. V. m. § 9b Abs. 1a S. 2 AtG und § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 12

1. „Die radioaktiven und sonstigen Schadstoffe in den Abfällen sind in einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich oder nach Maßgabe von § 23 Abs. 1 i. V. m. Abs. 4 bei wesentlich auf technischen und geotechnischen Barrieren beruhenden Endlagerkonzepten innerhalb dieser Barrieren mit dem Ziel zu **konzentrieren und einzuschließen**, diese Stoffe von der Biosphäre fernzuhalten. Für einen Zeitraum von einer Million Jahren muss im Hinblick auf den Schutz des Menschen und, soweit es um den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit geht, der Umwelt sichergestellt werden, dass **Expositionen** aufgrund von Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus dem Endlager geringfügig im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition sind.
2. Es ist zu gewährleisten, dass die Auswirkungen der Endlagerung auf Mensch und Umwelt im Ausland nicht größer sind als im Inland zulässig.
3. Es ist zu gewährleisten, dass für die eingelagerten Abfälle die Möglichkeit der **Rückholung** während der Betriebsphase besteht und dass für einen Zeitraum von 500 Jahren nach dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers ausreichende Vorkehrungen für eine **mögliche Bergung** der Abfälle vorgesehen werden.
4. Das Endlager ist so zu errichten und zu betreiben, dass für den zuverlässigen langfristigen Einschluss der radioaktiven Abfälle in der Nachverschlussphase **keine Eingriffe oder Wartungsarbeiten** erforderlich werden.“

Mit dem StandAG wird das BMUV ermächtigt, durch Rechtsverordnung auf Grundlage dieser Sicherheitsprinzipien **Sicherheitsanforderungen** für die Endlagerung (§ 26 Abs. 3 StandAG) und die Anforderungen für die Durchführung der vSU (§ 27 Abs. 6 StandAG) festzulegen. Auf Basis dieser Ermächtigungen wurde im Oktober 2020 die *Verordnung über Sicherheitsanforderungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle* veröffentlicht. Sie beinhaltet die *Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle* (Endlagersicherheitsanforderungsverordnung – EndlSiAnfV) sowie die *Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle* (Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung – EndlSiUntV).

Die im StandAG und in der EndlSiAnfV geregelten grundlegenden Anforderungen an die Sicherheit eines Endlagersystems sind im Folgenden zusammengefasst<sup>6</sup>:

- „Der Bewertungszeitraum beträgt eine Million Jahre ab dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers“ (§ 3 Abs. 1 EndlSiAnfV).
- Die zukünftigen Entwicklungen des Endlagersystems und der geologischen Situation am Endlagerstandort sind im Bewertungszeitraum zu berücksichtigen (§ 3 Abs. 2 EndlSiAnfV).

<sup>6</sup> Es handelt sich hierbei um einen Auszug der wesentlichen Anforderungen. Die EndlSiAnfV enthält darüber hinaus noch detaillierte Anforderungen zu allen Phasen der Endlagerung.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 13

- „Das vorgesehene Endlagersystem hat den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle passiv und wartungsfrei durch ein robustes, gestaffeltes System verschiedener Barrieren mit unterschiedlichen Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten“ (§ 4 Abs. 2 EndlSiAnfV).
- Alle untertägigen Hohlräume sind gebirgsschonend aufzufahren, müssen anschließend wieder so verschlossen werden, dass die für den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle relevanten Eigenschaften der Barrieren erhalten bleiben (§ 9 Abs. 2 EndlSiAnfV) und sind auf ein unvermeidliches Ausmaß zu beschränken (§ 11 Abs. 4 EndlSiAnfV).
- Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen müssen dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen (§ 27 Abs. 2 StandAG).
- Die „Endlagergebände, die in das Endlager eingelagert wurden, müssen bis zum Beginn der Stilllegung des Endlagers rückholbar sein.“ (§ 13 Abs. 1 EndlSiAnfV).
- „Es sind ausreichende Vorkehrungen dafür zu treffen, dass eine Bergung der eingelagerten Endlagergebände während der Stilllegung und für einen Zeitraum von 500 Jahren nach dem vorgesehenen Verschluss des Endlagers möglich ist.“ (§ 14 Abs. 1 EndlSiAnfV)
- Bezüglich der Betriebssicherheit muss der Betrieb vorab erfolgreich erprobt worden sein (§ 16 Abs. 1 EndlSiAnfV) und die für die Sicherheit des Endlagers relevanten Anlagenzustände in der Betriebsphase berücksichtigt werden (§ 17 Abs. 1 EndlSiAnfV).

Darüber hinaus bestehen folgende **Sicherheitsanforderungen** bezüglich des Erreichens der Schutzziele *Konzentration und sicherer Einschluss* sowie *Exposition*, die anhand von Kriterien, die in der EndlSiAnfV vorgegeben und in der Langzeitsicherheitsanalyse zu untersuchen sind:

- Die Einhaltung von Grenzwerten bezüglich des Massen- und Stoffmengenausstrags aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren des Endlagersystems (§ 4 Abs. 5 EndlSiAnfV).
- Der Nachweis der Integrität und Robustheit der wesentlichen Barrieren sowie der Robustheit der weiteren Barrieren (§§ 5 und 6 EndlSiAnfV).
- Die Abschätzung der Dosiswerte im Bewertungszeitraum (§ 7 EndlSiAnfV).
- Der Ausschluss sich selbst tragender Kettenreaktionen (§ 8 EndlSiAnfV).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 14

## 6 Inhalte der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Die EndlSiUntV enthält einige Ausnahmeregelungen (Vereinfachungen) für die rvSU, verglichen mit den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in den späteren Phasen. So können die Analyse der betrieblichen Sicherheit und der Langzeitsicherheit nach den §§ 8 und 9 EndlSiUntV erst zu einem späteren Zeitpunkt im Verfahren erbracht werden. Diese Inhalte sind in den rvSU in vereinfachter Form in der Analyse des Endlagersystems nach § 7 Abs. 6 EndlSiUntV enthalten. In den rvSU ist von den oben genannten Sicherheitsanforderungen bezüglich des Erreichens der Schutzziele *Konzentration und sicherer Einschluss* sowie *Exposition*, insbesondere der Massen- und Stoffmengenaustrag zu bewerten. Darüber hinaus gibt die EndlSiUntV in § 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. a) bis f) EndlSiUntV weitere Aspekte vor, im Folgenden „Aspekt a)“ bis „Aspekt f)“ genannt. Diese sind für die rvSU zu berücksichtigen.

Zunächst ist für jedes Teilgebiet mindestens ein Untersuchungsraum auszuweisen (§ 3 Abs. 2 EndlSiUntV). Für jeden Untersuchungsraum ist eine eigene rvSU durchzuführen (§ 3 Abs. 4 EndlSiUntV), die die folgenden Inhalte umfasst:

- Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV)
- Vorläufiges Sicherheitskonzept (§ 6 Abs. 1 EndlSiUntV)
- Vorläufige Auslegung des Endlagers (§ 6 Abs. 4 EndlSiUntV)
- Optimierung des Endlagersystems (§ 6 Abs. 3 EndlSiUntV)
- Analyse des Endlagersystems (§ 7 Abs. 4 und 6 EndlSiUntV)
- Umfassende Bewertung des Endlagersystems (§ 10 EndlSiUntV)
- Bewertung von Ungewissheiten (§ 11 EndlSiUntV)
- Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs (§ 12 EndlSiUntV)

Übergeordnete Grundlagen, die für die Analyse und Bewertung des jeweiligen Endlagersystems benötigt werden sind:

- die Zusammenstellung der Abfallspezifikationen (Menge, Art, Zusammensetzung, Aktivität) (§ 4 Abs. 2 EndlSiUntV)
- die Erstellung eines Dokumentstrukturplans (§ 4 Abs. 5 EndlSiUntV)

Die Arbeitsschritte, die gemäß EndlSiUntV in den rvSU durchgeführt werden müssen, sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Die Reihenfolge der Arbeitsschritte, also der zeitliche Ablauf der rvSU, ist in Kapitel 7 dargestellt. Die Methodik zu den hier genannten Arbeitsschritten ist in Kapitel 8 beschrieben.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 15

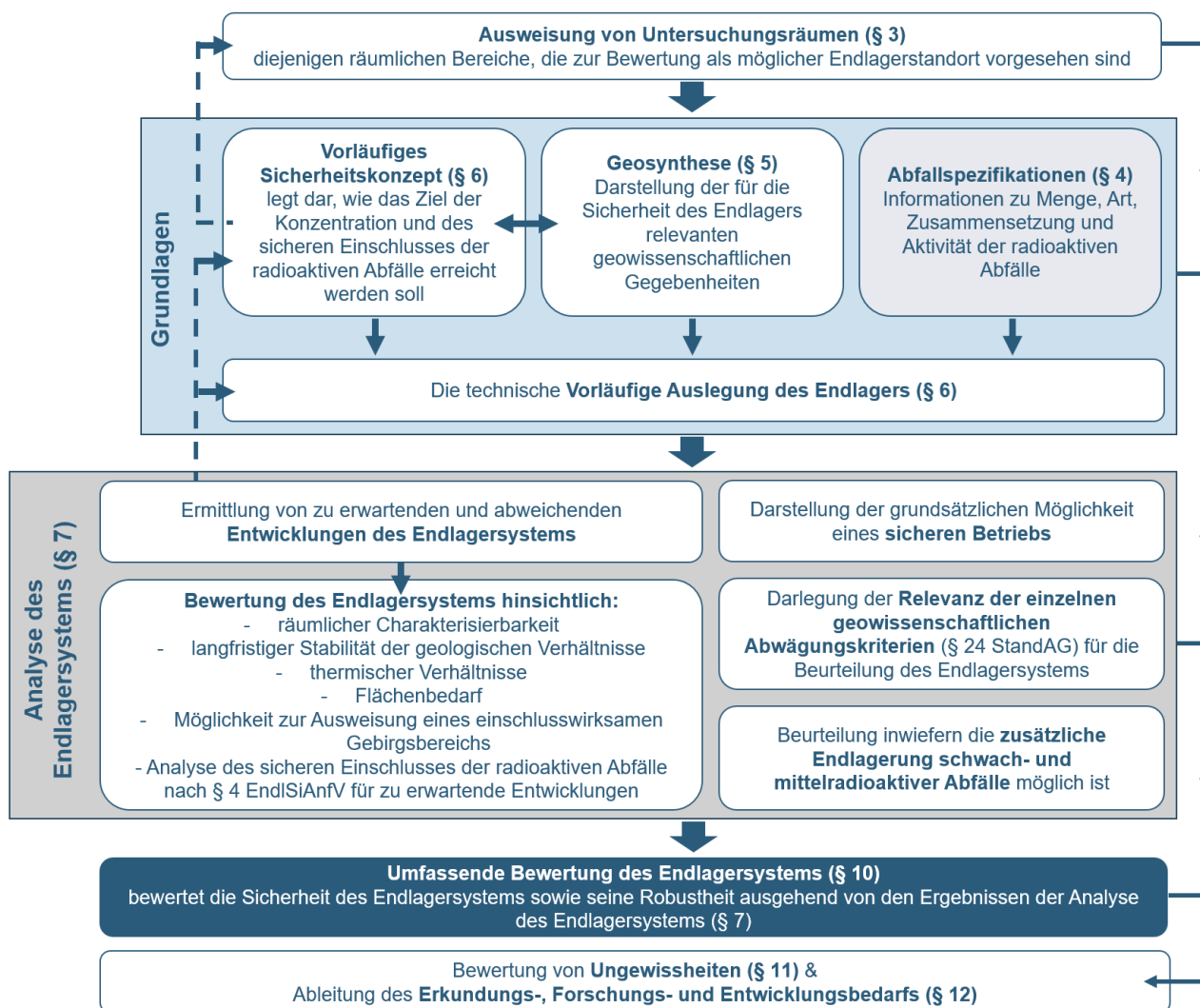


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Arbeitsschritte der rvSU gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Gebiete, die erst bei der fokussierteren Betrachtung in Schritt 2 der Phase I ein Ausschlusskriterium erfüllen oder eine Mindestanforderung nicht erfüllen, werden während der Ermittlung der Standortregionen als ungeeignet identifiziert, gesammelt dokumentiert und damit transparent kenntlich gemacht. Aus diesem Grund werden neue Erkenntnisse zu den Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen im Rahmen der rvSU kontinuierlich berücksichtigt und gesammelt (siehe Kapitel 8.5.2).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 16

## 7 Ablauf der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Der zeitliche Ablauf der rvSU, also die Reihenfolge der Arbeitsschritte, entspricht nicht strikt der Paragrafenreihenfolge der EndlSiUntV. Dies ergibt sich aus der starken Verzahnung der einzelnen Arbeitsschritte einer rvSU. Darüber hinaus ist für diejenigen Bereiche eines Untersuchungsraums, bei denen schon bei der Bewertung eines oder weniger Aspekte eine fehlende Eignung als mögliche Standortregion während der Bearbeitung festgestellt wird, eine vollständige Erfassung und Analyse der übrigen Aspekte der EndlSiUntV nicht erforderlich. Daher wird der Bearbeitungsablauf in vier Prüfschritte untergliedert, in denen die Kriterien der Verordnungen (EndlSiUntV, EndlSiAnfV) sowie des StandAG mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad geprüft werden. Die systematische Einhaltung der jeweiligen Anforderungen der Prüfschritte stellt sicher, dass es nachvollziehbar ist wieso Gebiete zu aussichtsreichen Kandidaten für den bestmöglichen Standort werden. Es wird weiterhin sichergestellt, dass der Fokus der Bearbeitung stets auf den Gebieten liegt, die potenziell als Standortregion in Frage kommen.

Der prozessuale Ablauf der rvSU in der Bearbeitung ist nachfolgend beschrieben und schematisch in Abbildung 2 dargestellt. Die vier Prüfschritte sind in dem Ablaufdiagramm als Rauten dargestellt:

- Der Prüfschritt der zielgerichteten Prüfung von Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen<sup>7</sup>.
- Der Prüfschritt der qualitativen Bewertung des sicheren Einschlusses (Aspekte a) und b) aus § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV sowie Anlage 1 und 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG).
- Der Prüfschritt der quantitativen Bewertung des sicheren Einschlusses (Aspekte e) und f) aus § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV).
- Der Prüfschritt des sicherheitsgerichteten Diskurses.

Der prozessuale Ablauf erzeugt eine Kategorisierung von Gebieten in vier Gütebereiche von A bis D, die sich flächendifferenziert in Form von Karten darstellen lassen. Die Kategorien ermöglichen einerseits ein transparentes Nachvollziehen des Abprüfens der rvSU-Anforderungen an den Gebieten und andererseits eine sukzessive Fokussierung auf aussichtsreiche Gebiete. Die Bearbeitung erfolgt, wenn möglich, stets flächendifferenziert und im nachfolgenden wird dies durch den Begriff „Bereiche“ bezeichnet (Untersuchungsräume, Teiluntersuchungsräume oder Teilbereiche davon, siehe auch Kapitel 8.5.1).

Die Kategorisierung leitet sich aus der Bearbeitung der Prüfschritte folgendermaßen ab (siehe Abbildung 2):

<sup>7</sup> Die Prüfung einzelner Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen hängt von den lokalen geologischen Gegebenheiten und der aktuellen Bearbeitungstiefe ab. Geprüft wird situativ angepasst an die Arbeitsschritte, die in einem Untersuchungsraum durchgeführt werden.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 17

- **Kategorie D:** enthält auf Grund des Vorliegens von Ausschlusskriterien oder der Nichteinhaltung von Mindestanforderungen ungeeignete Bereiche (Prüfschritt der zielgerichteten Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen).
- **Kategorie C:** enthält Bereiche, die auf Grund der qualitativen oder quantitativen Bewertung ungeeignet sind oder keine überwiegend gute Bewertung vorweisen (Prüfschritt der qualitativen Bewertung des sicheren Einschlusses und Prüfschritt der quantitativen Bewertung des sicheren Einschlusses).
- **Kategorie B:** enthält Bereiche, die auf Grund der quantitativen Bewertung genauer untersucht werden, aber weniger gut geeignet sind als die Bereiche in Kategorie A (Prüfschritt des sicherheitsgerichteten Diskurses).
- **Kategorie A:** enthält die am besten geeigneten Bereiche (Prüfschritt des sicherheitsgerichteten Diskurs). Ausschließlich die Bereiche aus Kategorie A werden im Anschluss an die rvSU im Rahmen von § 14 StandAG mit den geowissenschaftlichen Abwägungskriterien weiterbearbeitet.

Der prozessuale Ablauf enthält vier Ebenen von (1) bis (4), deren Inhalte von Ebene zu Ebene entweder detaillierter oder räumlich spezifischer werden (vgl. Abbildung 2):

- In **Ebene 1** werden Grundlagen geschaffen, die gebietsübergreifend (für mehrere oder alle Teilgebiete bzw. Untersuchungsräume) angewendet werden.
- Auf **Ebene 2** finden Arbeitsschritte statt, die für jeden Untersuchungsraum grundlegend durchgeführt werden. Ein Untersuchungsraum umfasst in der Regel ein gesamtes Teilgebiet (siehe Kapitel 8.4).
- **Ebene 3** enthält spezifische (detailliertere) Arbeitsschritte, die jeweils für Untersuchungsräume oder Teilbereiche von Untersuchungsräumen (sogenannte Teiluntersuchungsräume, siehe Kapitel 8.5.1) oder Teilbereiche von Teiluntersuchungsräumen, durchgeführt werden.
- Weitere Arbeitsschritte werden in Abhängigkeit von der Bewertung der jeweiligen Prüfschritte durchgeführt. Darunter fallen die Arbeitsschritte der **Ebene 4**. Hier werden die abschließenden Untersuchungen für die Bereiche der Kategorie A (nachfolgend erläutert) durchgeführt. Dies führt dazu, dass alle Inhalte der rvSU vollumfänglich bearbeitet werden.

Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitsschritte für jede der vier Ebenen ausführlicher beschrieben.

## Ebene 1 – Grundlagen für sämtliche Untersuchungsräume:

- Zu den für alle Untersuchungsräume gültigen Grundlagen gehört die Zusammenstellung des Abfallinventars (§ 4 Abs. 2 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.1), welches für die Auslegung des Endlagers sowie die Prüfung des Massen- und Stoffmengenkriteriums zugrunde zu legen ist.



# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 18

- Des Weiteren werden das vorläufige Sicherheitskonzept (§ 6 Abs. 1 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.3) sowie die vorläufige Auslegung des Endlagers (§ 6 Abs. 2 und 4 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.6) jeweils wirtsgesteinsspezifisch erarbeitet.
- Auch eine erste allgemeine Beschreibung der geogenen Prozesse (auch geowissenschaftliche Langzeitprognose genannt, siehe Kapitel 8.5.3 zu § 5 EndlSiUntV) sowie die Ableitung der Entwicklungen für wirtsgesteinsspezifische Endlagersysteme auf Basis von FEP (*Features, Events and Processes*; Engl. „Komponenten, Ereignisse und Prozesse“)-Katalogen (§ 7 Abs. 6 Nr. 1 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.2) und der vorläufigen Endlagerauslegung (siehe Kapitel 8.6) erfolgt einheitlich für alle Untersuchungsräume eines Wirtsgesteins. Die geogenen Prozesse werden dabei überregional dargestellt.

## Ebene 2 – Allgemein gültige Arbeitsschritte für den gesamten Untersuchungsraum:

- Zuerst wird ein Untersuchungsraum ausgewiesen, der das gesamte Teilgebiet umfasst (siehe Kapitel 8.4).
- Für den Untersuchungsraum wird dann im Rahmen der Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.5) eine geologische Übersicht erstellt, die für die Bearbeitung weiterer Arbeitsschritte benötigt wird. Der Fokus liegt hier auf der Interpretation der räumlichen Konfiguration/Geometrie der Gesteinskörper im Untersuchungsraum.
- Die allgemeinen Arbeitsschritte können mit einer Unterteilung des Untersuchungsraums in Teiluntersuchungsräume enden (siehe Kapitel 8.5.1), um nach Möglichkeit Gebiete mit einheitlichen geowissenschaftlichen Charakteristika (z. B. stratigraphisch, lithologisch, tektonisch) für die weitere Bearbeitung zu erhalten. Liegen innerhalb eines Untersuchungsraums mehrere Wirtsgesteinsbereiche desselben Wirtsgesteins mit Barrierefunktion (siehe Kapitel 8.3) vertikal übereinander, die jeweils einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich aufnehmen können, werden diese in separate Teiluntersuchungsräume unterteilt. Dies geschieht im Rahmen der Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.5).
- Voraussichtlich werden nicht alle Untersuchungsräume in Teiluntersuchungsräume unterteilt werden, beispielsweise Untersuchungsräume in Steinsalz in steiler Lagerung (je nach Ausprägung). In diesen Fällen erfolgen die Arbeitsschritte der nachfolgenden Ebene 3 für den Untersuchungsraum.

## Ebene 3 – Spezifische Arbeitsschritte für einzelne Teiluntersuchungsräume:

- Die folgenden Arbeitsschritte werden für Teiluntersuchungsräume durchgeführt. Die Anzahl der Arbeitsschritte für den individuellen Teiluntersuchungsraum hängt davon ab, ob die Prüfschritte sukzessive positiv durchlaufen werden können.
- Für die jeweilige Bearbeitung eines Prüfschritts sind jeweils Teilaspekte aus verschiedenen Paragraphen der EndlSiUntV notwendig.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 19

- Der erste Prüfschritt ist die zielgerichtete Prüfung von Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen. Soweit dieser Prüfschritt negativ ist (Ausschlusskriterien erfüllt oder Mindestanforderungen nicht erfüllt), wird der entsprechende Bereich umgehend bewertet (§ 10 EndlSiUntV) und in Kategorie D eingestuft (siehe Kapitel 8.5.2). Dieser Prüfschritt ist begleitend zu der Bearbeitung der Arbeitsschritte in der Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV) und Analyse des Endlagersystems (§ 7 Abs.6 EndlSiUntV) angelegt. Er kann auch in den Ebenen 2 und 4 geprüft werden, wenn im Rahmen der dort durchgeführten Arbeiten entsprechende Informationen vorliegen. Es ist möglich, dass ein Bereich eines Teiluntersuchungsraums diesen Prüfschritt nicht besteht, und damit in Kategorie D eingestuft wird, aber der übrige Bereich des Teiluntersuchungsraums den Prüfschritt besteht. In diesem Fall wird der positiv bewertete Bereich des Teiluntersuchungsraums mit den folgenden Arbeitsschritten weiter bewertet und geprüft.
- Bereiche, die nicht in Kategorie D eingeordnet worden sind, werden anschließend durch eine qualitative Bewertung des sicheren Einschlusses systematisch geprüft. Diese Bewertung basiert auf den Aspekten der räumlichen Charakterisierbarkeit und langfristigen Stabilität (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. a) und b) EndlSiUntV), die in Anlehnung an die beinahe wortgleichen Anlagen 3 und 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG bewertet werden, sowie auf einer Bewertung der Anlagen 1 und 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG. Darüber hinaus können ggf. im Prüfschritt der qualitativen Bewertung weitere Aspekte, die auf eine geringe Eignung schließen lassen, Berücksichtigung finden. Beispielsweise eine ungünstige Tiefenlage bezüglich bautechnischer Aspekte im Tongestein (siehe Kapitel 8.7.3). Wenn für diesen Prüfschritt keine überwiegend gute Bewertung erfolgt (vgl. Anlage 1, Kapitel 7.1), wird der entsprechende Bereich direkt über die umfassende Bewertung (§ 10 EndlSiUntV) in Kategorie C eingestuft. Die übrigen Arbeits- und Prüfschritte (vgl. Abbildung 2) werden für den Bereich nicht durchlaufen. Es ist möglich, dass ein Bereich eines Teiluntersuchungsraums diesen Prüfschritt nicht besteht, und damit in Kategorie C gelangt, aber der übrige Bereich des Teiluntersuchungsraums den Prüfschritt besteht. In diesem Fall wird der positiv bewertete Bereich des Teiluntersuchungsraums nicht in Kategorie C sortiert, sondern mit den folgenden Arbeits- und Prüfschritten weiter bewertet und geprüft.
- Für die verbleibenden Bereiche werden nun weitere Arbeitsschritte in der Geosynthese erarbeitet oder inhaltlich vertieft (§ 5 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.5). Hier erfolgt u. a. die Erstellung von geologischen Modellen (z. B. repräsentative Profile, konzeptionelle oder parametrisierte 1 D-, 2 D- oder 3 D-Modelle) sowie die Erarbeitung von Parametern für die quantitative Bewertung des sicheren Einschlusses.
- Anschließend wird nun, aufbauend auf dem vorangegangenen Prüfschritt der qualitativen Bewertung des sicheren Einschlusses, zur Beurteilung der Aspekte des § 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. e) und f) EndlSiUntV der sichere Einschluss quantitativ geprüft und die damit einhergehende Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs abgeleitet (siehe Kapitel 8.7.3).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 20

- Die zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen werden für den Untersuchungsraum abgeleitet, indem auf Basis der übergeordneten wirtsgesteinsspezifischen Entwicklungen, die für den Teiluntersuchungsraum relevanten Entwicklungen ausgearbeitet werden. Da insbesondere die geogenen Prozesse unabhängig von den Teiluntersuchungsraum-Grenzen ausgeprägt sein werden, werden repräsentative Konfigurationen erarbeitet, deren weitere Ergebnisse auf die Teiluntersuchungsräume übertragen werden.
- Nach Ableitung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen erfolgt deren Umsetzung in numerischen 1D-Transportmodelle für den Radionuklidtransport für die zu erwartenden Entwicklungen.
- Die Ergebnisse dieser Radionuklidtransportberechnungen werden mit den Anforderungen bezüglich des Massen- und Stoffmengenkriteriums (vgl. § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV) abgeglichen. Auf Basis dieser Ergebnisse wird eine Kennzahl berechnet (siehe Anlage 1, Kapitel 8.5.3). Diese geht in den nächsten Prüfschritt ein. Ist die Bewertung überwiegend gut, dann wird der entsprechende Bereich in den weiteren Arbeitsschritten, wie in Abbildung 2 dargestellt, behandelt. Ist dies nicht der Fall, wird der entsprechende Bereich über die umfassende Bewertung (§ 10 EndlSiUntV) in Kategorie C eingestuft.
- Bei positivem Durchlauf des vorangegangenen Prüfschritts wird die wirtsgesteinsspezifische Endlagerauslegung an vorhandene Daten zu Teufe und entsprechender Gebirgstemperatur an den vorliegenden Bereich angepasst sowie die Beurteilung zur Möglichkeit des sicheren Betriebs vorgenommen (§ 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.4). Außerdem werden die thermischen Verhältnisse und der Flächenbedarf (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. c) und d) EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.3) bewertet und in einer Kennzahl quantifiziert.
- In einem letzten Prüfschritt, einem sicherheitsgerichteten Diskurs, werden im Rahmen von § 10 EndlSiUntV alle bislang erfolgten qualitativen und quantitativen Bewertungen gemeinsam betrachtet (siehe Kapitel 8.8). Dieser Diskurs wird verbalargumentativ erfolgen, aber ergänzend die Miteinbeziehung von entsprechenden Kennzahlen enthalten. Ziel ist es, die Bereiche, die nicht in Kategorie D oder C eingestuft wurden, bezüglich ihrer Eignung in einer integralen Sichtweise zu diskutieren und so die am besten geeigneten Bereiche zu identifizieren. Diese werden in Kategorie A eingestuft, die übrigen, weniger guten Bereiche in Kategorie B.

## Ebene 4 – Arbeitsschritte für Bereiche der Kategorie A

- Bei allen spezifischen Arbeitsschritten der rvSU werden bestehende Ungewissheiten erfasst, dies geschieht bereits begleitend auf den Ebenen (1) bis (3). Aufgrund der unterschiedlichen Detailtiefe erfolgt für die Bereiche der Kategorie A die Bewertung von Ungewissheiten nach § 11 EndlSiUntV (siehe Kapitel 8.9).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 21

- Für die Bereiche der Kategorie A erfolgt die Bewertung der Relevanz der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 7 Abs. 4 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.6) sowie die Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarf (§ 12 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.10). Außerdem wird die Möglichkeit zur zusätzlichen Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen durch ein separates Bergwerk im gleichen Teiluntersuchungsraum anhand einer Volumenabschätzung beurteilt (§ 7 Abs. 6 Nr. 6 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.5).
- Die Bereiche der Kategorie A gehen nun als Eingangsgrößen in die Bearbeitung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien ein.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

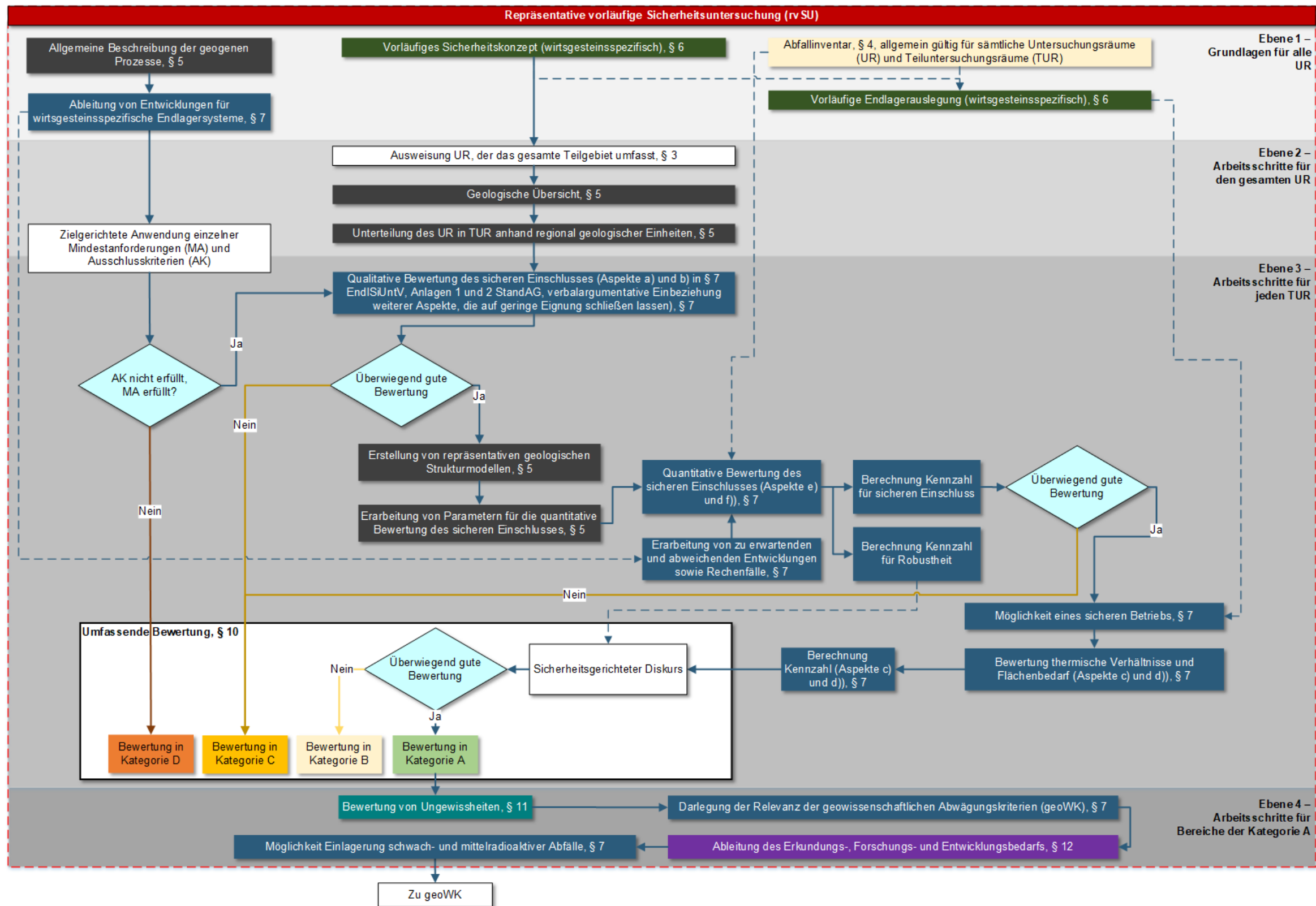


Abbildung 2: Ablauf der Bearbeitungsschritte einer repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchung. Prüfschritte sind als Rauten dargestellt. Pfeile stellen die Bearbeitungsreihenfolge inklusive einer Informationsweitergabe und gestrichelte dünnere Pfeile eine Informationsweitergabe dar. Die farbliche Kodierung der Arbeitsschritte spiegelt die einzelnen Paragraphen der EndSiUntV wider.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 23

## 8 Methoden der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Im Folgenden sind die einzelnen Arbeitsschritte der rvSU nach den entsprechenden Vorschriften der EndlSiUntV erläutert. Die Reihenfolge der Kapitel orientiert sich dabei an den Ebenen aus Kapitel 7 und folgt nicht strikt der Nummerierung der EndlSiUntV.

### 8.1 Zusammenstellung des Abfallinventars (§ 4 Abs. 2 EndlSiUntV)

Die hochradioaktiven Abfälle aus dem Betrieb der deutschen Kernkraftwerke sowie aus dem Betrieb der Forschungs-, Versuchs- und Prototypreaktoren und die Notwendigkeit Mensch und Umwelt vor den schädlichen Wirkungen dieser Abfälle zu schützen, bilden den Ausgangspunkt für das Standortauswahlverfahren (§ 1 Abs. 2 StandAG). Diese Abfälle sind auch im *Nationalen Entsorgungsprogramm* (BMUB 2015a) und im *Verzeichnis radioaktiver Abfälle* (BMU 2021b) aufgeführt. Für die Durchführung der rvSU bildet die Nutzung aller erforderlichen Daten zum Abfallinventar, „insbesondere Informationen zu Menge, Art, Zusammensetzung und Aktivität“ (§ 4 Abs. 2 EndlSiUntV) eine wichtige Grundlage.

Mit der Beendigung der Nutzung der Kernenergie in Deutschland zum 31.12.2022 steht das endzulagernde Abfallinventar im Wesentlichen fest. Gemäß Prognose für den Gesamtbestand an endzulagernden hochradioaktiven Abfällen werden ca. 10.113 t<sub>SM</sub> an Brennelementen aus den bis 2022 in Betrieb befindlichen Leistungsreaktoren sowie 10 t<sub>SM</sub> bis 12 t<sub>SM</sub> an Abfällen aus den Forschungs-, Versuchs- und Prototypreaktoren anfallen (BMU 2020, 2021b). Damit ergibt sich eine insgesamt endzulagernde Abfallmenge aus deutschen Kernreaktoren von ca. 10.125 t<sub>SM</sub>. Dazu kommen noch die ebenfalls endzulagernden Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Form von Kokillen mit verglasten hochaktiven Spaltproduktlösungen (siehe Tabelle 1).

#### 8.1.1 Inventardatenbedarf

Für die rvSU werden verschiedene Informationen zum endzulagernden Abfallinventar benötigt:

- Für die vorläufige Endlagerauslegung nach § 6 Abs. 2 und 4 EndlSiUntV (Kapitel 8.6) sowie für die Berechnung des Flächenbedarfes nach § 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. d) EndlSiUntV (Kapitel 8.7.3) wird die Gesamtmenge der verschiedenen Abfallformen sowie deren Wärmeleistung benötigt.
- Für die Berechnungen des Massen- und Stoffmengenaustrags im Rahmen der Analyse des Endlagersystems nach § 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. f) EndlSiUntV (siehe Kapitel 8.7.3) wird das Nuklidinventar aller endzulagernden Abfälle benötigt.

Daraus ist ersichtlich, dass neben dem in Tabelle 1 aufgeführten Mengengerüst (Art und Anzahl der Abfälle) auch Informationen zu den aus dem radioaktiven Zerfall der in den Abfällen enthaltenen Radionuklide (bzw. Tochternuklide) resultierenden Eigenschaften – insbesondere Aktivität und Wärmefreisetzung – für die rvSU unmittelbar von Bedeutung sind. Dies spiegelt sich in der Forderung in § 4 Abs. 2 EndlSiUntV wider, alle erforderlichen Informationen, namentlich zu Menge, Art, Zusammensetzung und Aktivität heranzuziehen.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 24

## 8.1.2 Literaturquellen zum Abfallinventar

Die BGE führt alle für die Durchführung der rvSU benötigten Informationen zum Inventar zusammen. Neben den vom BMUV veröffentlichten Daten dienen auch weitere öffentlich zugängliche Quellen der Ergänzung des Gesamtbildes. Informationen zu Art und Menge der Abfälle müssen Zuordnungen zwischen verschiedenen Abfallformen und deren Anzahl enthalten; während Veröffentlichungen des BMUV, insbesondere das *Nationale Entsorgungsprogramm* (BMUB 2015a), das *Verzeichnis radioaktiver Abfälle* (BMU 2021b) und *Berichte zur Überprüfungskonferenz des Gemeinsamen Übereinkommens* (eng. *Joint Convention*; zuletzt (BMU 2020)) eine solche Zuordnung für bereits vorhandene Abfälle enthalten, ist dies für die prognostizierte Restmenge an endzulagernden Abfällen nicht inventarumfassend gegeben. Die für die *Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben* (VSG) 2011 erstellte Prognose des Abfallmengengerüsts (Peiffer et al. 2012) enthält eine solche Zuordnung, überschätzt allerdings den gegenwärtigen Stand der Prognosen hinsichtlich der insgesamt anfallenden Schwermetallmasse. Für die angefallenen Abfälle aus der bis 2005 betriebenen Wiederaufarbeitung existieren definitive Angaben des BMUV (BMU 2021b, 2021a). Schätzungen zu Anzahl und Menge von Abfällen aus den Forschungs-, Versuchs- und Prototypreaktoren sind wiederum in mehreren Forschungsberichten zusammengetragen worden (Dörr et al. 2011; Bertrams et al. 2015).

Zum Radionuklidinventar der Brennelemente aus den Leistungsreaktoren, aus den Forschungs-, Versuchs- und Prototypreaktoren sowie zu Abfällen aus der Wiederaufarbeitung wurden im Jahr 2011 im Rahmen der für die VSG entwickelten Abfallmengengerüste Abschätzungen getroffen (Peiffer et al. 2012). Zusammen mit weiteren verfügbaren Informationen, z. B. zur Altersstruktur der Abfälle, können diese Informationen mit den Angaben zu Art und Menge der Abfälle genutzt werden, um die Nuklidinventare, und damit die für die rvSU relevanten Eigenschaften der Abfälle abzuschätzen.

## 8.1.3 Ermittlung von Inventardaten für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

Die für die rvSU relevanten Eigenschaften der endzulagernden Abfälle – Aktivität, Dosisleistung und Wärmeleistung – lassen sich aus dem Radionuklidinventar der Abfälle ableiten. Hierfür können in erster Näherung die für das Abfallmengengerüst der VSG durchgeführten und als Anlage veröffentlichten Berechnungen zu Nuklidvektoren, Aktivitäten und Wärmeleistungen von exemplarischen bestrahlten Brennelementen aus Leistungsreaktoren, Brennstäben und Brennelementen aus Forschungs-, Versuchs- und Prototypreaktoren sowie zu Kokillen mit Abfällen aus der Wiederaufarbeitung hinzugezogen werden (Peiffer et al. 2012). Diese Berechnungsergebnisse werden in Bezug auf das endzulagernde Abfallinventar als abdeckend angesehen.

Daher wird, ergänzend aus den in Kapitel 8.1.2 aufgeführten Quellen, ein Abfallmengengerüst für alle endzulagernden Abfallformen zusammengestellt (siehe Tabelle 1). Mit diesen Informationen können die wesentlichen Informationen zum Abfallinventar sowohl insgesamt (für die Berechnung des Massen- und Stoffmengenaustrages) als auch gebindebezogen (für die thermische Auslegung

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	Blatt: 25
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
SG	0330				EA	TF	0001	00	

und den Flächenbedarf des Endlagers) abgeschätzt werden. Hierdurch wird der in Kapitel 8.1.1 zusammengefasste Inventardatenbedarf für die rvSU abgedeckt.

*Tabelle 1: Für die rvSU zugrunde gelegtes Abfallinventar*

Abfallart	Brennelemente aus den Leistungsreaktoren	Kokillen mit Abfällen aus der Wiederaufarbeitung	Abfälle aus den Forschungs-, Versuchs- und Prototypreaktoren
Inventar	12.450 DWR-BE (UOX) 1.530 DWR-BE (MOX) 14.350 SWR-BE (UOX) 1.250 SWR-BE (MOX) 5.050 WWER-BE	bis zu 3.164 CSD-V 560 UK-HAW 140 WAK	288.161 AVR-BE 617.606 THTR-BE 2.413 KNK-II-BSt. 71 BSt. aus dem KfK 52 BSt. der „Otto Hahn“ ca. 150 FRM-II-BE ca. 120 BER-II-BE 951 RFR-BE 89 FRMZ-BE
Quellen	(Peiffer et al. 2012)	(BMU 2021b, 2021a)	(Dörr et al. 2011; Bertrams et al. 2015; BMU 2021b)

Eine weitere Herausforderung besteht in der Abschätzung der Genauigkeit der auf diese Art zusammengestellten Inventardaten. Die Validierung verschiedener Datenquellen und -inhalte wird weiter fortgeführt werden. Details zum Abfallinventar sind der Anlage 1, Kapitel 2 zu entnehmen.

## 8.2 Erstellung eines Dokumentstrukturplans (§ 4 Abs. 5 EndlSiUntV)

Aus § 4 Abs. 5 EndlSiUntV geht hervor, dass bei der Durchführung der rvSU jede vorläufige Sicherheitsuntersuchung eines Untersuchungsraums in einem eigenen Bericht beschrieben wird. Alle Berichte sollen eine einheitliche Struktur aufweisen, um eine Vergleichbarkeit zwischen den Untersuchungsräumen zu gewährleisten. Diese Berichte sollen jeweils die Ergebnisse einer rvSU präsentieren, wobei die Herleitung der Ergebnisse in separaten, nachgeordneten Unterlagen erfolgen darf (BT-Drs. 19/19291, S. 48). Daher ist ein Dokumentstrukturplan zu erstellen, welcher die Bezüge und Abhängigkeiten aller Unterlagen darlegt.

Der Dokumentstrukturplan sieht eine druck- und archivierbare Dokumentstruktur vor. Parallel sollen alle Inhalte dieser druck- und archivierbaren Berichte auf einer Website bereitgestellt werden, welche vielfältige Verlinkungen (ähnlich einer Online-Enzyklopädie) zu Erklärungen oder zu weiteren Dokumenten (beispielsweise Glossaren, untersetzenden Unterlagen) enthält und hierdurch den Zugang erleichtert, ohne dass Informationen entfallen.



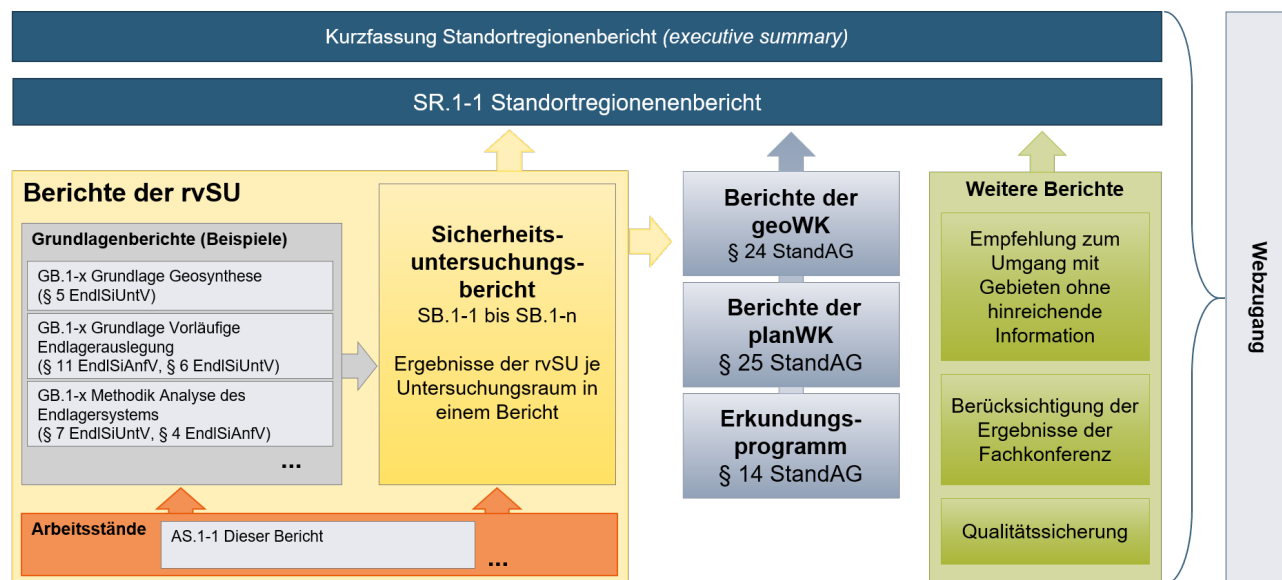
# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 26

Der Dokumentstrukturplan (Abbildung 3) orientiert sich an den Arbeitsschritten, die durch die Paragraphen der EndlSiUntV beschrieben werden. Da im Zuge der Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung 90 Teilgebiete untersucht werden und damit mindestens 90 Untersuchungsräume einer rvSU unterzogen werden, sind mindestens 90 Sicherheitsuntersuchungsberichte vorgesehen, die jeweils die Bearbeitung eines einzelnen Untersuchungsraums komplett zusammenfassen. Um die Sicherheitsuntersuchungsberichte nicht zu überladen, werden übergreifende oder methodische Themen in Grundlagenberichte ausgekoppelt. In den Sicherheitsuntersuchungsberichten finden sich dann die notwendigen Informationen, um das jeweilige Ergebnis nachvollziehen zu können. Detaillierte methodische Informationen und der weitere Hintergrund sind jedoch im jeweiligen Grundlagenbericht zu finden. Damit soll den Bedürfnissen der verschiedenen Lesergruppen Rechnung getragen werden (z. B. der Aufsichtsbehörde BASE, betroffenen Bürger\*innen oder der Fachöffentlichkeit). Darüber hinaus werden Arbeitsstände erstellt und veröffentlicht, wie beispielsweise im vorliegenden Bericht. Diese bilden die Basis für die zu erstellenden Grundlagen- und Sicherheitsuntersuchungsberichte.

Ein übergeordneter Standortregionenbericht umfasst einen Überblick über sämtliche Arbeiten im Rahmen des § 14 StandAG und stellt damit das Ergebnis im Sinne eines Vorschlags von Standortregionen für die übertägigen Erkundungen dar. Zur leichteren Auffindbarkeit ist für jedes Dokument ein einleitendes Kürzel im Titel vorgesehen, das die Einordnung in der Dokumentstruktur und im Verfahren verdeutlicht, wie beispielsweise „GB.1-1“ für den ersten Grundlagenbericht der Phase I oder „SB.1-2“ für den zweiten Sicherheitsuntersuchungsbericht der Phase I.



**Abbildung 3** Entwurf des Dokumentstrukturplans. Die Sicherheitsuntersuchungsberichte stellen die Berichte jeder rvSU für jeden Untersuchungsraum dar, wobei Grundlagenberichte nachgeordnete Dokumente präsentieren. Die Inhalte dieser Berichte fließen mit in die Berichte der geoWK, planWK und in das Erkundungsprogramm ein. Darüber hinaus werden weitere Berichte zu prominenten Themen, wie beispielsweise der Berücksichtigung der Ergebnisse der Fachkonferenz geplant.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 27

## 8.3 Vorläufiges Sicherheitskonzept (§ 6 Abs. 1 EndlSiUntV)

Das Sicherheitskonzept eines Endlagersystems gibt die wesentliche Strategie wieder, mit der das Ziel der Konzentration und des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle gemäß § 26 StandAG erreicht werden soll. Das durch das Sicherheitskonzept abgebildete Schutzniveau bildet die Grundlage für die Bewertung der Sicherheit eines potentiellen Endlagerstandorts (Sicherheitsprinzipien und -anforderungen gemäß § 26 StandAG, vgl. Kapitel 5). Der Kern des Sicherheitskonzeptes ist die Darstellung aller im Endlagersystem vorgesehenen Barrieren, ihrer Sicherheitsfunktionen und deren zeitliches Zusammenwirken.

Im Bewertungszeitraum von einer Million Jahren muss das vorgesehene Endlagersystem „den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle [...] durch ein **robustes, gestaffeltes System verschiedener Barrieren mit unterschiedlichen Sicherheitsfunktionen gewährleisten**“ (§ 4 Abs. 2 EndlSiAnfV). In einem Endlagersystem kann das Erreichen des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle gemäß § 4 Abs. 3 EndlSiAnfV grundsätzlich durch zwei Arten von wesentlichen Barrieren<sup>8</sup> gewährleistet werden (siehe Abbildung 4):

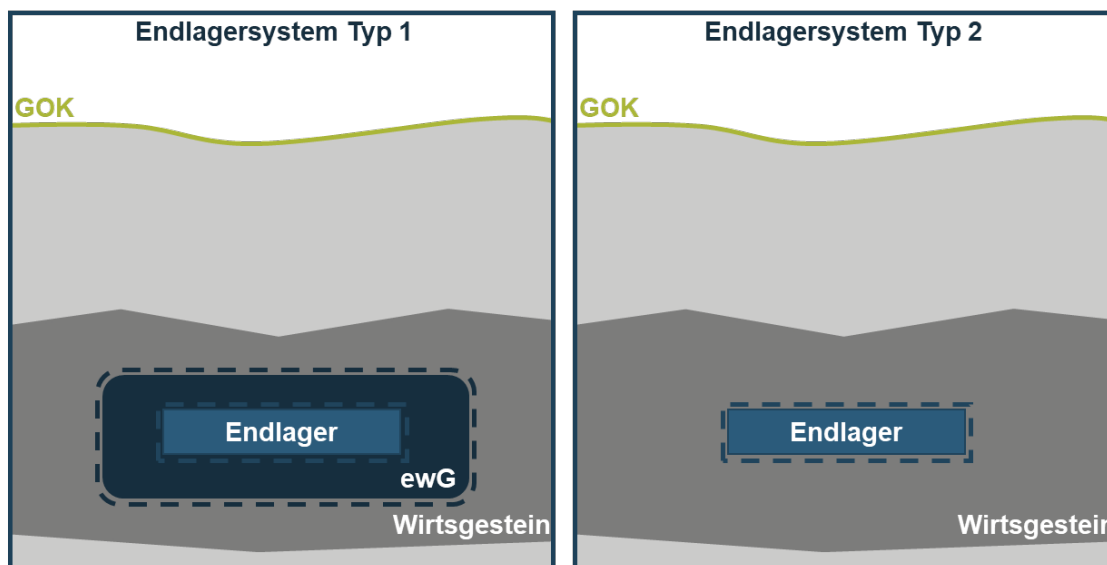
- 1) Der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle wird durch einen oder mehrere einschlusswirksame Gebirgsbereiche erreicht. Im Folgenden **Endlagersystem Typ 1** genannt.
- 2) Der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle wird im kristallinen Wirtsgestein, sofern in diesem kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann, durch technische und geotechnische Barrieren erreicht, die für die jeweilige geologische Umgebung geeignet sind. Im Folgenden **Endlagersystem Typ 2** genannt.

<sup>8</sup> Gemäß § 2 Nr. 1 EndlSiAnfV sind die wesentlichen Barrieren: „die Barrieren, auf denen der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle beruht“. „Die Barrieren, die zusätzlich zu den wesentlichen Barrieren und im Zusammenwirken mit ihnen eine Ausbreitung von Radionukliden be- oder verhindern“, werden weitere Barrieren genannt (§ 2 Nr. 2 EndlSiAnfV). In den nachfolgend genannten Endlagersystemen werden der/die einschlusswirksame/n Gebirgsbereich/e im Fall von Typ 1 bzw. die technischen und geotechnischen Barrieren im Fall von Typ 2 als wesentliche Barrieren bezeichnet. Die weiteren Barrieren (beispielsweise die technischen und geotechnischen Barrieren im Endlagersystem Typ 1) übernehmen in den jeweilig gestaffelten Systemen **zeitabhängig unerlässliche** Sicherheitsfunktionen, um im Zusammenwirken mit den wesentlichen Barrieren den sicheren Einschluss im **Bereich der wesentlichen Barrieren** gemäß § 4 Abs. 5 EndlSiAnfV zu gewährleisten.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 28



**Abbildung 4:** Vereinfachte graphische Darstellung der nach § 4 Abs. 3 EndlSiAnfV genannten Möglichkeiten zum Erreichen des sicheren Einschusses der radioaktiven Abfälle im Bewertungszeitraum. Links die Darstellung des Endlagersystems Typ 1 mit einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich als wesentliche Barriere und rechts des Endlagersystems Typ 2 (technische und geotechnische Barriere als wesentliche Barrieren – für das Kristalline Wirtsgestein). Die in den rvSU noch unbekannte, genaue räumliche Ausdehnung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs und des Endlagers ist mit Hilfe gestrichelter Linien angedeutet. Die Geländeoberkante (GOK) ist in grün visualisiert.

Der sichere Einschluss muss in einem robusten, gestaffelten System verschiedener Barrieren mit unterschiedlichen, sich ergänzenden Sicherheitsfunktionen erfolgen. Dabei soll der Einschluss innerhalb der wesentlichen Barrieren so erfolgen, dass die Radionuklide aus den radioaktiven Abfällen weitestgehend am Ort ihrer ursprünglichen Einlagerung verbleiben (§ 4 Abs. 4 EndlSiAnfV). Aus diesem Grund muss sich der Einlagerungsbereich für ein Endlagersystem Typ 1 innerhalb eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs befinden. Das Konzept des überlagernden einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, bei dem eine Ton- oder Steinsalzeinheit über einem Kristallkörper das Ziel der Isolation der Radionuklide von der Biosphäre sicherstellen soll (siehe AkEnd (2002)), kann über den gesamten Bewertungszeitraum nach § 4 Abs. 4 EndlSiAnfV nicht das Ziel der Konzentration und des sicheren Einschusses am Einlagerungsort gewährleisten. Daher wird das Konzept eines überlagernden einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht berücksichtigt (vgl. Anlage 1, Kapitel 4.1.3.2).

Ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich wird gemäß § 2 Nr. 9 StandAG definiert als „der Teil eines Gebirges, der bei Endlagersystemen, die wesentlich auf geologischen Barrieren beruhen, im Zusammenwirken mit den technischen und geotechnischen Verschlüssen den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle in einem Endlager gewährleistet“. Unter einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich wird folglich ein Gesteinsbereich innerhalb der geologischen Barrieren verstanden, der aufgrund seiner hohen Barrierewirksamkeit den Einschluss der radioaktiven Abfälle gewährleisten

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 29

kann. Dieser Bereich wird typischerweise rechnerisch bestimmt. Bis zum Zeitpunkt der genauen räumlichen Festlegung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs wird in den rvSU der **Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion**<sup>9</sup>, der einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich aufnehmen kann, betrachtet und bewertet.

Für die Erstellung der vorläufigen Sicherheitskonzepte in den rvSU erfolgt eine Fokussierung auf die Darstellung der grundsätzlichen Strategie, mit der der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle nach § 4 EndlSiAnfV in einem Endlagersystem erreicht werden kann, und der dazugehörigen Darstellung der Barrieren des Endlagersystems gemäß § 10 Abs. 5 EndlSiAnfV. Da in den rvSU die Betriebsphase des Endlagersystems überschlägig betrachtet wird (vgl. Kapitel 8.7.4), konzentriert sich die Darstellung der Strategie und der Barrieren für den sicheren Einschluss in den rvSU auf den Bewertungszeitraum und insbesondere auf die geologischen Barrieren. Als Detailgrad in den rvSU wird dabei eine **wirtsgesteinspezifische Darstellung** der Barrieren und ihrer Sicherheitsfunktionen gewählt. Diese erfolgt für das Endlagersystem Typ 1 für Tongestein, Steinsalz und das kristalline Wirtsgestein. Der Umgang mit den beiden Endlagersystemen im Kristallin wird nachfolgend erläutert (siehe Kapitel 8.3.1). Sicherheitsfunktionen, die Barrieren des Endlagersystems sowie das Zusammenwirken des gestaffelten Barrierensystem sind in Anlage 1, Kapitel 4.1 genauer erläutert.

Aus dem Sicherheitskonzept ergeben sich Anforderungen an die Geologie des jeweiligen Untersuchungsraums sowie die Auslegung des Endlagers. Diese müssen untersuchungsraumsspezifisch geprüft und dargelegt werden.

### 8.3.1 Umgang mit den vorläufigen Sicherheitskonzepten im kristallinen Wirtsgestein

Wie oben beschrieben, gibt es für ein Endlagersystem in kristallinem Wirtsgestein gemäß § 4 Abs. 3 EndlSiAnfV zwei Möglichkeiten den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle zu gewährleisten: i) mittels eines oder mehrerer einschlusswirksamer Gebirgsbereiche als wesentliche Barriere oder ii) **sofern** kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann, mit Hilfe von technischen und geotechnischen Barrieren als wesentliche Barrieren.

Zum jetzigen Zeitpunkt befinden sich sowohl die vorläufige Auslegung des Endlagers (§ 6 Abs. 4 EndlSiUntV) basierend auf dem Konzept eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, als auch basierend auf wesentlichen technischen und geotechnischen Barrieren, in der Ausarbeitung (vergleiche Anlage 1, Anhang 2).

Die folgenden Punkte beschreiben die prinzipielle Vorgehensweise für die Anwendung der rvSU in Teilgebieten des kristallinen Wirtsgesteins mit dem Ziel der Ausweisung der für eine Endlagerung hochradioaktiver Abfälle geeignetsten Bereiche. Die konkrete Umsetzung erfolgt vorbehaltlich der noch zu entwickelnden Endlagerkonzepte:

<sup>9</sup> Innerhalb eines Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion kann theoretisch überall ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich platziert werden. Im Rahmen der Analyse des Endlagersystems (§ 7 Abs. 6 EndlSiUntV) kann es bei der räumlich differenzierten Bewertungen dazu kommen, dass der Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion im Vergleich zu seiner ursprünglichen Ausdehnung verkleinert wird.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 30

1. Zunächst wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass mit Blick auf die in Schritt 2 der Phase I benötigte Bearbeitungstiefe in einem Teilgebiet potentiell ein Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion dargestellt werden kann (Endlagersystem Typ 1) und es wird für jedes Teilgebiet genau ein Untersuchungsraum ausgewiesen (vgl. Kapitel 8.4).
2. Für jeden Untersuchungsraum werden die Arbeitsschritte der rvSU entsprechend des in Kapitel 7 beschriebenen Ablaufes durchgeführt.
3. Die Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs ist in der Analyse des Endlagersystems (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 Buchst. e) EndlSiUntV) zu prüfen (vgl. Prüfschritt der quantitativen Bewertung des sicheren Einschlusses, siehe Kapitel 8.7.3). Stellt sich heraus, dass die Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nicht gegeben ist, so erfolgt zunächst eine Bewertung des Untersuchungsraums (oder Teiluntersuchungsraums) in Kategorie C (vgl. Kapitel 8.8).
4. Ergibt es sich, nachdem die rvSU für alle Teilgebiete in kristallinem Wirtsgestein durchgeführt wurde (unter Annahme von Endlagersystem Typ 1, wie oben in 1. bis 3. beschrieben), dass ein oder mehrere Untersuchungsräume/Teiluntersuchungsräume in Kategorie A oder B bewertet wurden, so greift die oben beschriebene Subsidiarität und es wird kein zusätzlicher Untersuchungsraum mit Endlagersystem Typ 2 ausgewiesen. Im Ergebnis werden alle Untersuchungsräume/Teiluntersuchungsräume, die in Kategorie A oder B sind, weiter berücksichtigt.
5. Ergibt es sich abweichend zu Punkt 4., dass keine Untersuchungsräume/ Teiluntersuchungsräume des kristallinen Wirtsgesteins nach Durchlauf der rvSU für alle Teilgebiete in kristallinem Wirtsgestein (unter Annahme von Endlagersystem Typ 1) in Kategorie A oder B bewertet wurden, so erfolgt eine Ausweisung von Untersuchungsräumen mit Endlagersystem Typ 2 im kristallinen Wirtsgestein für alle Teilgebiete. Für diese Untersuchungsräume wird erneut eine rvSU durchgeführt. Diese rvSU wird sich nicht grundsätzlich vom hier dargestellten Ablaufschema unterscheiden.

Diese Vorgehensweise spiegelt die Argumentation wider, dass Bereiche im kristallinen Wirtsgestein, die vielversprechende Aussichten auf eine sehr geringe Gebirgsdurchlässigkeit („Dichtheit“) aufweisen auch für eine Umsetzung des Endlagersystems Typ 2 besser geeignet sind, als Bereiche mit erwartbar höherer Durchlässigkeit. So sind Bereiche mit geringer Klüftigkeit und keinen Störungen in unmittelbarer Nähe durch technisch/geotechnische Maßnahmen vermutlich deutlich robuster aufzuwerten. Die Anforderungen an ein gutes Gebiet im kristallinen Wirtsgestein sind daher für die Sicherheitskonzepte im Rahmen der Arbeiten zum § 14 StandAG basierend auf einem Endlagersystem Typ 1 und Typ 2 vermutlich identisch.

Zusätzlich geht aus der Formulierung in § 4 Abs. 3 EndlSiAnfV („sofern“) eine Subsidiarität (Nachrangigkeit) des Sicherheitskonzeptes, bei dem der sichere Einschluss wesentlich auf technischen und geotechnischen Barrieren beruht, (ii) gegenüber einem Sicherheitskonzept, bei dem der sichere

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 31

Einschluss durch einen (oder mehrere) einschlusswirksamen Gebirgsbereich ermöglicht wird (i)<sup>10</sup>, hervor. Das heißt, ein Sicherheitskonzept ohne einschlusswirksamen Gebirgsbereich soll grundsätzlich nur dann zur Anwendung kommen, wenn kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich im kristallinen Wirtsgestein ausgewiesen werden kann. Dies impliziert, dass zunächst geprüft werden muss, ob in einem Untersuchungsraum in kristallinem Wirtsgestein ein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann.

Aus diesen Gründen werden die nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritte der rvSU mit der Prämisse durchgeführt, dass ein Sicherheitskonzept basierend auf einem Endlagersystem Typ 1 möglich ist, bei welchem der sichere Einschluss auf einem einschlusswirksamen Gebirgsbereich als wesentliche Barriere beruht. Die Methodenbeschreibung für das kristalline Wirtsgestein ist folglich für ein Endlagersystem Typ 1 dargestellt. Ergänzend wird, falls erforderlich, für mögliche Bereiche der Kategorie A im kristallinen Wirtsgestein eine weitere rvSU basierend auf einem Endlagersystem Typ 2 durchgeführt werden.

## 8.4 Ausweisung von Untersuchungsräumen (§ 3 EndlSiUntV)

Der erste gebietsspezifische Arbeitsschritt (Ebene 2 in Abbildung 2) bei der Durchführung der rvSU ist die Ausweisung von Untersuchungsräumen, die in § 3 EndlSiUntV geregelt ist. Nach § 3 Abs. 1 EndlSiUntV sind Untersuchungsräume „*diejenigen räumlichen Bereiche, die zur Bewertung als möglicher Endlagerstandort vorgesehen sind*“. Sie sind Bestandteil der rvSU und nicht mit Standortregionen zu verwechseln, welche das Ergebnis von Phase I des Standortauswahlverfahrens (vgl. § 14 StandAG) darstellen.

Grundlage der Ausweisung von Untersuchungsräumen stellen die in Phase I, Schritt 1 des Standortauswahlverfahrens (vgl. § 13 StandAG) ermittelten Teilgebiete dar (BGE 2020g). In Bezug auf die Ausweisung von Untersuchungsräumen gelten entsprechend § 3 EndlSiUntV die folgenden Bestimmungen:

1. In jedem nach § 13 StandAG ermittelten Teilgebiet ist mindestens ein Untersuchungsraum auszuweisen.
2. Bei mehreren vorläufigen Sicherheitskonzepten (vgl. § 6 EndlSiUntV) in einem Wirtsgestein muss je ein Untersuchungsraum ausgewiesen werden.
3. Die Untersuchungsräume müssen zusammen alle Teilgebiete räumlich vollständig abdecken.

Des Weiteren ist für jeden ausgewiesenen Untersuchungsraum jeweils nur eine rvSU durchzuführen und nur ein vorläufiges Sicherheitskonzept zu untersuchen.

<sup>10</sup> Die Subsidiarität ergibt sich ebenfalls aus der Formulierung des § 23 Abs. 1 i. V. m. Abs. 4 StandAG: „Ist in einem Gebiet absehbar, dass kein einschlusswirksamer Gebirgsbereich ausgewiesen werden kann [...]“

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 32

Für die rvSU wurde festgelegt, dass Untersuchungsräume immer deckungsgleich zum zugrundeliegenden Teilgebiet ausgewiesen werden, d. h. dem kartografischen Umriss des jeweiligen Teilgebiets entsprechen. Dies gilt für alle nach § 1 Abs. 3 StandAG in Frage kommenden Wirtsgesteine (Steinsalz, Tongestein und Kristallingestein). Diese Vorgehensweise steht im Einklang mit den Vorgaben der EndlSiUntV und ermöglicht für jeden Untersuchungsraum eine Durchführung der rvSU entsprechend des hier vorgestellten Konzepts. Abweichungen zwischen Teilgebiet und Untersuchungsräume können sich lediglich durch die nachträgliche Berücksichtigung zusätzlicher fachlicher oder technischer Informationen ergeben.

Die Besonderheit bei der Bearbeitung des Wirtsgesteins Steinsalz vom Typ Steinsalz in steiler Lagerung besteht nach gegenwärtigem Stand darin, dass für Teilgebiete dieses Wirtsgesteinstyps zusätzlich zum Untersuchungsraum (entspricht dem kartografischen Umriss des Teilgebiets) ein individueller sogenannter „Betrachtungsraum“ definiert wird. Dieser stellt einen die rvSU unterstützenden räumlichen Bereich um das Teilgebiet dar und ist insbesondere in Bezug auf die Arbeiten zur Analyse des Endlagersystems (vgl. § 7 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7) von Relevanz. Diese sind notwendig für die Betrachtung der geologischen und hydrogeologischen Bedingungen in der Umgebung des jeweiligen Teilgebiets. Die Definition von Betrachtungsräumen ist derzeit nur für Teilgebiete des Wirtsgesteinstyps Steinsalz in steiler Lagerung vorgesehen, zumindest situativ könnte ein Betrachtungsraum unter Umständen aber auch für Teilgebiete anderer Wirtsgesteinstypen sinnvoll bzw. erforderlich sein. Dies ist im Rahmen der rvSU im Einzelfall zu prüfen.

Je Untersuchungsraum wird stets das Sicherheitskonzept für ein Endlagersystem Typ 1 (§ 4 Abs. 3 Nr. 1 EndlSiAnfV) zugrunde gelegt (vgl. Kapitel 8.3). Im Falle des kristallinen Wirtsgesteins, für das entsprechend § 4 Abs. 3 Nr. 2 EndlSiAnfV alternativ auch ein auf technischen und geotechnischen Barrieren basierendes Sicherheitskonzept vorstellbar ist, wird die Notwendigkeit zur Ausweisung weiterer Untersuchungsräume im Rahmen der rvSU geprüft (vgl. Kapitel 8.3.1). Eine detailliertere Darstellung der Methodik zur Ausweisung von Untersuchungsräumen inklusive Erläuterung anhand von Beispielen ist Anlage 1, Kapitel 3 zu entnehmen.

## 8.5 Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV)

Die Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV) enthält die Dokumentation und Interpretation aller geowissenschaftlichen Informationen zu einem Untersuchungsraum, insbesondere derjenigen, die für die Sicherheit des Endlagers relevant sind. Die Geosynthese bildet damit die geowissenschaftliche Grundlage und Datenbasis für alle weiteren Arbeitsschritte der rvSU und der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien.

In der Geosynthese liegt der Fokus in der Auseinandersetzung mit den Untersuchungsraum-spezifischen Informationen und deren Bereitstellung. Diese geowissenschaftlichen Informationen sind eine Voraussetzung, um ortsspezifisch, innerhalb des Untersuchungsraums, das Endlagersystem zu analysieren und zu bewerten.

Daraus kann sich für die Geosynthese im Ergebnis ein unterschiedlicher Detaillierungsgrad ergeben, der auf den in Kapitel 7 aufgezeigten Entscheidungswegen beruht (Abbildung 2). Zunächst wird in

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 33

der Geosynthese eine geologische Übersicht erstellt, in der beispielsweise der Wirtsgesteinsbereich mit Barrierefunktion beschrieben wird. Wo erforderlich, kann eine Unterteilung des Untersuchungsraums in Teiluntersuchungsräume stattfinden. Die Geosynthese findet dann entsprechend mit unterschiedlichem räumlichen Bezug statt: auf Untersuchungsraumebene und, wo diese ausgewiesen sind, für die spezifischen Teiluntersuchungsräume. In diesem Zusammenhang kann die Geosynthese für besonders hoffige Gebiete auch eine Detailcharakterisierung beinhalten, beispielsweise - Modelle des Untergrunds, welche mit Gesteinseigenschaften parametrisiert wurden (Abbildung 2). Die parametrisierten geologischen Modelle dienen, unter anderem, als Input für die Radionuklid-Transportmodellierung. Entsprechend wird in der Geosynthese dieser Input (z. B. Gebirgsdurchlässigkeit, Diffusionskoeffizienten etc.) dokumentiert.

Die Grundlage für die Geosynthese sind geowissenschaftliche Daten, die die BGE in erster Linie von den Staatlichen Geologischen Diensten abfragt und anschließend sichtet und aufbereitet. Dies sind beispielsweise Bohrungsinformationen, geologische Karten, bohrlochgeophysikalische sowie reflexionsseismische Messungen und vorhandene 3D-Modelle. Weiterhin fließt die Auswertung verfügbarer Fachliteratur in die Geosynthese ein. Zudem werden die Fachstellungen der Staatlichen Geologischen Dienste berücksichtigt, die nach Veröffentlichung des Zwischenbericht Teilgebiete an die BGE übermittelt wurden. In Phase I erhebt die BGE keine eigenen Daten in den Teilgebieten. Dies geschieht erst in Phase II durch die übertägige Erkundung der durch den Gesetzgeber festgelegten Standortregionen (§ 16 StandAG). Eine detailliertere Darstellung der Methodik zur Geosynthese inklusive Erläuterung anhand von Beispielen ist Anlage 1, Kapitel 5 zu entnehmen.

## 8.5.1 Einteilung von Untersuchungsräumen in Teiluntersuchungsräumen

Großflächige Untersuchungsräume werden in mehrere kleinräumige Teiluntersuchungsräume unterteilt, um die rvSU nachvollziehbarer und repräsentativer zu gestalten. Sie sind ein von der BGE eingeführtes Instrument/Werkzeug, um durch eine Reduzierung der Flächengröße des Untersuchungsgegenstandes sicherzustellen, dass große Teilgebiete trotz ihrer Ausdehnung mit gleicher Sorgfalt und Genauigkeit geprüft werden wie kleine Teilgebiete. Dadurch kann die Geosynthese mit der dazugehörigen Datenlage räumlich spezifiziert werden, um die Übertragbarkeit von Informationen mittels Analogiebetrachtungen auch in großen Untersuchungsräumen zu gewährleisten (§ 5 Abs. 3 EndlSiUntV). Die ausgewiesenen Teiluntersuchungsräume sollten möglichst einheitliche geowissenschaftliche Charakteristika (z. B. stratigraphisch, lithologisch, tektonisch) für die Bearbeitung und Bewertung innerhalb der rvSU haben. Die Bewertung von Teiluntersuchungsräumen erfolgt flächendifferenziert, wenn Bereiche eine unterschiedliche Eignung für einen Endlagerstandort aufweisen.

Bei der Unterteilung von Untersuchungsräumen wird so vorgegangen, dass ein Teiluntersuchungsraum immer einen räumlich zusammenhängenden Bereich darstellt. Dementsprechend sollte ein Teiluntersuchungsraum nicht durch räumlich getrennte Gebiete oder durch geologische Strukturen, wie z. B. regionale Störungszonen, die das potentielle Endlagerbergwerk natürlicherweise begrenzen würden, weiter unterteilt sein. Liegen innerhalb eines Untersuchungsraums mehrere Wirtsgesteinsbereiche mit Barrierefunktion (vertikal) übereinander, die jeweils einen einschlusswirksamen



# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 34

Gebirgsbereich aufnehmen können, werden diese in separate (sich überlagernde) Teiluntersuchungsräume unterteilt.

Die Grenzziehung, die bei der Einteilung von Untersuchungsräumen in Teiluntersuchungsräume vorgenommen wird, bewirkt keine Vorentscheidung bezüglich der Gebietsgrenzen der potentiell als Standortregion in Frage kommenden Gebiete. Diese ergeben sich ausschließlich aus der Identifikation geeigneter Bereiche innerhalb der Untersuchungsräume oder Teiluntersuchungsräume durch Anwendung der Kriterien des StandAG und der Endlagersicherheitsverordnungen.

## 8.5.2 Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen im Rahmen der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen

In Schritt 1 der Phase I wurden die Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen bereits angewendet. Jedoch ist auch in Schritt 2 der Phase I zu prüfen, dass die ermittelten Standortregionen für die übertägige Erkundung basierend auf dem aktuellen Kenntnisstand, kein Ausschlusskriterium und alle Mindestanforderungen erfüllen. Dementsprechend werden Gebiete, die eine Mindestanforderung nicht erfüllen oder bei denen ein Ausschlusskriterium zutrifft auch während der Bearbeitung der rvSU als ungeeigneter Endlagerstandort identifiziert. Dies erfolgt anhand des Prüfschritts zur zielgerichteten Prüfung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen (Abbildung 2).

Aus diesem Grund werden bereits zu Beginn der rvSU, im Rahmen der Geosynthese, für die jeweiligen Untersuchungsräume neue Erkenntnisse zu einzelnen Mindestanforderungen und Ausschlusskriterien gesammelt und in Teilen bewertet. Zum Beispiel wird die Mindestanforderung „*Mächtigkeit des potentiellen einschlusswirksamen Gebirgsbereichs*“ bei der Beschreibung der Mächtigkeit des Wirtsgesteinsbereiches mit Barrierefunktion räumlich differenziert überprüft. Jedoch erfolgt keine systematische Prüfung aller Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen bezüglich der gesamten Teilgebietsflächen. Die Anwendung der jeweiligen Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen erfolgt stattdessen zielgerichtet, d. h. die Prüfung hängt von den lokalen geologischen Gegebenheiten und der aktuellen Bearbeitungstiefe ab. Geprüft wird situativ angepasst an die Arbeitsschritte, die in einem Untersuchungsraum durchgeführt werden. Dies ist vor allem für Mindestanforderungen und Ausschlusskriterien relevant, die wenig flächenwirksam sind (z. B. das Ausschlusskriterium „*Einflüsse aus gegenwärtiger oder früherer bergbaulicher Tätigkeit – Bohrungen*“). Im Zuge der Erhöhung des Detailgrades in Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens im Vergleich zu den Arbeiten in Schritt 1 wirken an dieser Stelle zusätzlich weiterentwickelte Bearbeitungsmethoden.

Bereiche, die eine Mindestanforderung nicht erfüllen oder ein Ausschlusskriterium erfüllen, werden im Rahmen der umfassenden Bewertung des Endlagersystems (§ 10 EndlSiUntV) der rvSU als ungeeignet für einen Endlagerstandort identifiziert, gesammelt dokumentiert und damit transparent kenntlich gemacht. Im Ablauf der rvSU erfolgt für solche Bereiche umgehend eine Einstufung in Kategorie D (siehe Kapitel 7).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 35

## 8.5.3 Geogene Prozesse (geowissenschaftliche Langzeitprognose)

Im Rahmen der Arbeiten zur Ermittlung der Standortregionen spielen geogene Prozesse und deren Auswirkung auf das Endlagersystem an unterschiedlichen Stellen der rvSU, aber auch bei der Bewertung einzelner Kriterien des StandAG, z. B. Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geoWK, eine Rolle.

Die Grundlage dieser Arbeiten wird in der Geosynthese durch die **geowissenschaftliche Langzeitprognose** gelegt. Hier wird für alle Untersuchungsräume der Kenntnisstand zu den geogenen Prozessen zusammengestellt. Geogene Prozesse sind solche Prozesse, die an einem möglichen Standort auch ohne ein Endlager ablaufen würden und durch das geologische Setting verursacht werden (z. B. Erosion, vulkanische Aktivität oder Meeresspiegeländerungen). Sie werden unterschieden von den technogenen Prozessen, die durch die verschiedenen baulichen Komponenten des Endlagers oder die radioaktiven Abfälle verursacht werden oder speziell in diesen ablaufen.

Die geowissenschaftliche Langzeitprognose beschreibt, ob und mit welcher Intensität diese Prozesse in der Vergangenheit aufgetreten sind und prognostiziert, ob die Prozesse auch im Bewertungszeitraum auftreten werden. Dabei werden mögliche Unterschiede in der Ausprägung oder Intensität der betrachteten Prozesse räumlich differenziert beschrieben.

Anhand der geowissenschaftlichen Langzeitprognose werden in der Analyse des Endlagersystems (Kapitel 8.7) die geogenen Prozesse bezüglich ihrer Auswirkungen auf das Endlagersystem untersucht und bewertet.

## 8.6 Vorläufige Auslegung des Endlagers für jeden Untersuchungsraum (§ 6 Abs. 4 EndlSiUntV)

Für jeden Untersuchungsraum ist in Übereinstimmung mit dem vorläufigen Sicherheitskonzept eine vorläufige Auslegung des Endlagers zu erstellen, die in den rvSU gemäß § 6 Abs. 4 EndlSiUntV folgende Inhalte umfassen muss:

1. „die Beschreibung der wesentlichen Barrieren nach § 4 Abs. 3 EndlSiAnfV, deren grundlegende Eigenschaften und deren räumliche Erstreckung sowie die Beschreibung der weiteren Barrieren des Endlagersystems,
2. die maximale Größe eines möglichen Endlagerbergwerkes, einschließlich der Zugangs- und Bewetterungsbauwerke und der Infrastrukturbereiche, sowie die geplante Tiefenlage,
3. die geplante Art der Einlagerung,
4. mögliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Rückholbarkeit bereits eingelagerter Endlagergebäude,
5. mögliche Verschluss- und Versatzmaßnahmen und
6. mögliche Maßnahmen zur Geringhaltung der Schädigung der wesentlichen Barrieren während der Erkundung, der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung des Endlagers.“

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 36

Trotz des reduzierten Detaillierungsgrades der vorläufigen Auslegung des Endlagers im Rahmen der rvSU gegenüber den Inhalten gemäß § 11 EndlSiAnfV ist die Durchführung aufgrund der hohen Anzahl der zu bearbeitenden Untersuchungsräume bzw. Teiluntersuchungsräume sowie der großen Fläche, die diese abdecken, eine große Herausforderung. In den rvSU müssen für alle auf Grundlage der jeweiligen Geosynthese potentiell geeigneten Gebiete vorläufige Auslegungen des Endlagers durchgeführt werden. Allerdings liegen in dieser frühen Phase des Standortauswahlverfahrens nur wenig spezifische Daten für die einzelnen Untersuchungsräume bzw. Teiluntersuchungsräume vor. Um dieser Herausforderung zu begegnen, wurde eine 2-stufige Methodik zur Erarbeitung von vorläufigen Auslegungen des Endlagers entwickelt.

Das Vorgehen der 2-stufigen Methodik ist in Abbildung 5 und Abbildung 6 schematisch dargestellt. Im ersten Teil wird die vorläufige Auslegung des Endlagers grundlegend, wirtsgesteinsspezifisch und unabhängig von den weiteren geologischen Gegebenheiten der einzelnen Untersuchungsräume bzw. Teiluntersuchungsräume durchgeführt (siehe Abbildung 5). Ziel ist es, pro Wirtsgestein den Endlagerflächenbedarf als Funktion der initialen Temperatur im Einlagerungsbereich  $T_{EB}$ , also der Temperatur vor Beginn der Einlagerung der wärmeentwickelnden radioaktiven Abfälle, und der Teufenlage des Endlagers zu erarbeiten. Im anschließenden zweiten Teil wird die wirtsgesteinsspezifische Endlagerauslegung mit (teil-)untersuchungsraumspezifischen Daten zu den geologischen Barrieren, Teufe und  $T_{EB}$  an den jeweiligen Untersuchungsraum bzw. Teiluntersuchungsraum angepasst (siehe Abbildung 6).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 37

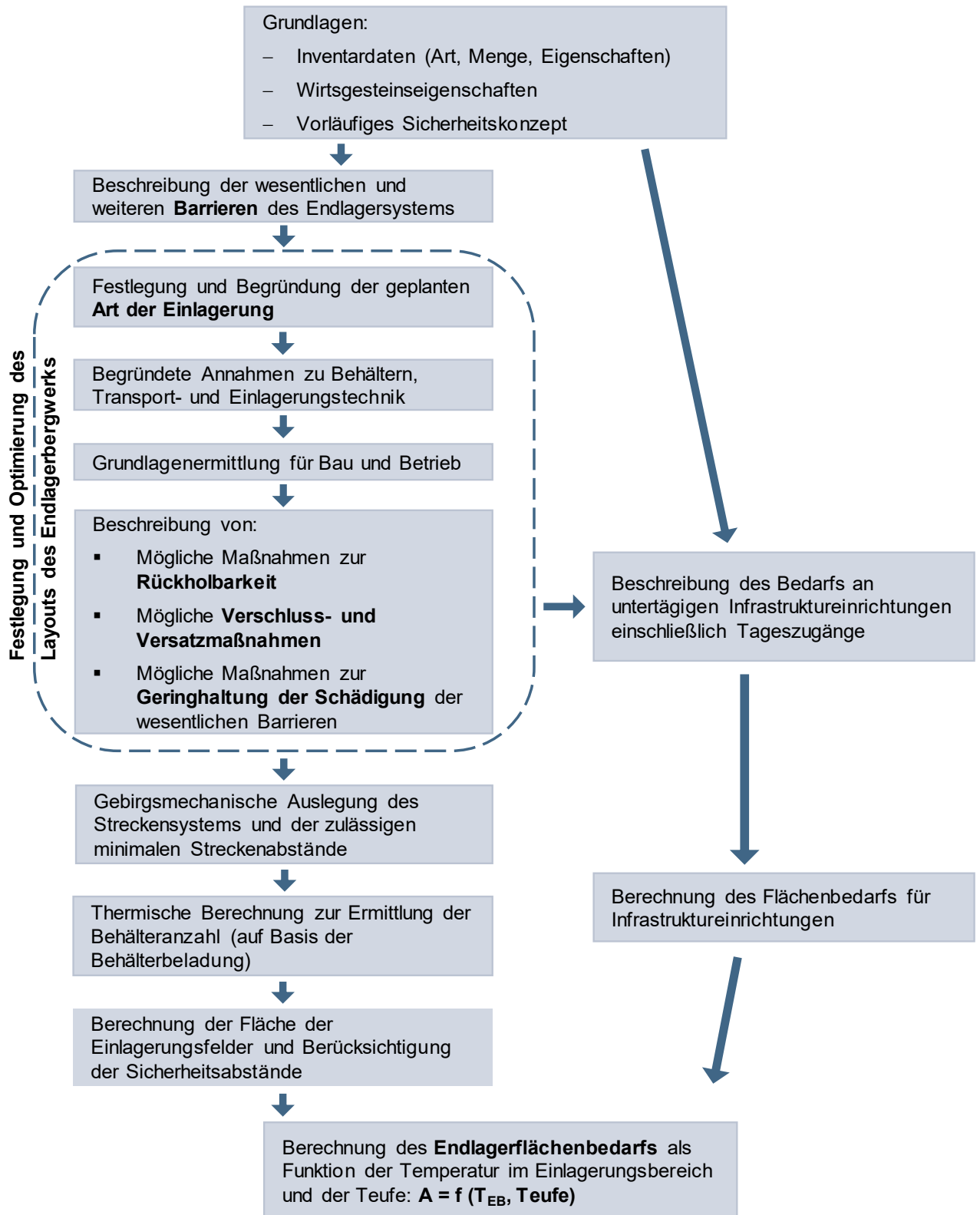


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Methodik zur wirtsgesteinsspezifischen vorläufigen Endlagerauslegung im Rahmen der *rvSU* (Teil 1 der Methodik)

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 38

Zu Beginn des ersten Teils der Methodik müssen einige Grundlagen zur Verfügung stehen. Dazu zählen die Inventardaten des endzulagernden hochradioaktiven Abfalls (HAA), also Informationen über dessen Art, Menge und Eigenschaften (siehe Kapitel 8.1), typische Wirtsgesteinseigenschaften (siehe Kapitel 8.5) sowie das vorläufige Sicherheitskonzept des Endlagersystems (siehe Kapitel 8.3).

Mit diesen Grundlagen erfolgen die vorläufigen Endlagerauslegungen nach § 6 Abs. 4 EndlSiUntV zunächst wirtsgesteinsspezifisch. Im ersten Schritt einer jeden vorläufigen Endlagerauslegung werden auf Basis des zugrundeliegenden vorläufigen Sicherheitskonzepts die wesentlichen und weiteren Barrieren des Endlagersystems beschrieben. Es folgt für die verschiedenen Wirtsgesteine die vorläufige Festlegung der geplanten Art Einlagerung, also wie die hochradioaktiven Abfälle in ein Endlagerbergwerk eingelagert werden sollen. Die Begründung der vorläufigen Festlegung erfolgt dabei verbalargumentativ unter Berücksichtigung der Aspekte Betriebs- und Langzeitsicherheit, technische Reife und Robustheit der Einlagerungsart sowie Rückholbarkeit. Mit der Festlegung der geplanten Einlagerungsart beginnen auch die Arbeiten zur Festlegung und Optimierung des Layouts des Endlagerbergwerks für die rvSU. In die Bearbeitung des Layouts gehen zudem Aspekte aus den nachfolgenden drei Schritten der vorläufigen Endlagerauslegung ein (vgl. gestrichelte Umrandung in Abbildung 5).

So werden im nächsten Schritt auf Grundlage der Beschreibung der wesentlichen und weiteren Barrieren sowie der geplanten Art der Einlagerung begründete Annahmen zum Endlagerbehälter sowie der entsprechenden Transport- und Einlagerungstechnik getroffen. Konkrete Endlagerbehälterkonzepte, die die hohen Anforderungen nach deutschem Recht (insbesondere hinsichtlich Rückholbarkeit und Bergbarkeit) nachweisbar erfüllen können (BGE 2021b), liegen derzeit noch nicht vor. Die Entwicklung von entsprechenden Endlagerbehälterkonzepten befindet sich jedoch in der Vorbereitung. Daher werden ausschließlich begründete Annahmen und Analogieschlüsse zum Behälterkonzept sowie zur Transport- und Einlagerungstechnik aus Ergebnissen von Forschungsarbeiten und anderen Endlagerprojekten formuliert. Mit der geplanten Art der Einlagerung, den Behälterannahmen und der Transport- und Einlagerungstechnik liegen die ersten Aspekte zur Erarbeitung des prinzipiellen Layouts, also einer Vorstellung des Aufbaus des Endlagerbergwerks, vor.

Mit den weiteren Schritten wird das Layout des Endlagerbergwerks weiterentwickelt und optimiert. Dabei werden zunächst die Grundlagen zum Bau und Betrieb des auszulegenden Endlagers ermittelt. Anschließend werden durch die Beschreibungen von möglichen Maßnahmen zur Rückholbarkeit, möglichen Verschluss- und Versatzmaßnahmen und möglichen Maßnahmen zur Geringhaltung der Schädigung der geologischen Barrieren weitere Teile der vorläufigen Auslegung des Endlagers erarbeitet. Bei der Planung wird geprüft, ob die einzelnen Aspekte Auswirkungen oder Rückwirkungen auf andere Aspekte haben. Dementsprechend werden die einzelnen Planungsteile angepasst bzw. überarbeitet. Zusätzlich erfolgt gemäß Abbildung 5 die Beschreibung der notwendigen untertägigen Infrastruktureinrichtungen einschließlich der Tageszugänge und einer abschätzenden Bestimmung des entsprechenden Flächenbedarfs in Abhängigkeit der Teufe. Auf Basis der bis hierhin erarbeiteten Aspekte kann das grundsätzliche Layout des Endlagerbergwerks für die rvSU abschließend festgelegt werden.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 39

Anhand des grundsätzlichen Layouts des Endlagerbergwerks ist ersichtlich, an welchen Stellen gebirgsmechanische Berechnungen zur Ermittlung minimal zulässiger Abstände zwischen den Strecken notwendig sind. Hierbei werden mögliche Arten von Streckenausbauten berücksichtigt. Aufgrund der unzureichenden Datengrundlage im aktuellen Verfahrensschritt bezüglich der felsmechanischen Eigenschaften der Wirtsgesteine und der Deckgebirge werden überschlägige Berechnungen mit Werten, die für das jeweilige Wirtsgestein repräsentativ sind, durchgeführt. Die minimal zulässigen Abstände sind insbesondere abhängig vom Gebirgsdruck und damit von der Teufe des Einlagerungsbereichs.

Die Ausarbeitungen zum Layout des Endlagerbergwerks und die Annahmen zu den Endlagerbehältern bilden zusammen mit den Ergebnissen der gebirgsmechanischen Berechnung den Ausgangspunkt für Bemessungen im Rahmen der Ermittlung der maximalen Größe eines möglichen Endlagerbergwerks. Dazu gehört insbesondere die thermische Berechnung der notwendigen Anzahl an Endlagerbehältern pro Abfallart in Abhängigkeit von der initialen Temperatur im Einlagerungsbereich  $T_{EB}$ , der Teufe, dem Streckenabstand sowie dem Behälterabstand und der Behälterbeladung. Auslegungskriterium ist hierbei die gemäß § 27 Abs. 4 StandAG derzeit<sup>11</sup> aus Vorsorgegründen geltende Grenztemperatur von 100 °C an der Außenfläche der Behälter. Auf Grundlage der Streckenabstände, Behälterabstände und -anzahl der einzelnen Abfallarten erfolgt die Berechnung des Flächenbedarfs der Einlagerungsfelder. Zusätzlich werden auch die Sicherheitsabstände des Endlagers berücksichtigt. Die Sicherheitsabstände sind Abgrenzungen zum umgebenden Neben- und Deckgebirge und müssen im intakten Wirtsgestein liegen. Die sich daraus ergebenden Mindestabstandsflächen werden zum Flächenbedarf des Endlagerbergwerks hinzuaddiert.

Im letzten Schritt des ersten Teils der Methodik werden die Ergebnisse der wirtsgesteinsspezifischen Auslegung zusammengeführt und der gesamte Endlagerflächenbedarf als Funktion der initialen Temperatur im Einlagerungsbereich  $T_{EB}$  und der Teufe graphisch dargestellt.

Bei der Bearbeitung der beschriebenen Schritte wird die wirtsgesteinsspezifische Auslegung des Endlagers in Hinblick auf Betriebs- und Langzeitsicherheit optimiert. Damit ist die wirtsgesteinsspezifische vorläufige Endlagerauslegung abgeschlossen.

Mit dem zweiten Teil der Methode wird die wirtsgesteinsspezifische vorläufige Auslegung des Endlagers hinsichtlich des jeweils betrachteten Untersuchungsraumes bzw. Teiluntersuchungsraumes fortgeführt und angepasst (siehe Abbildung 6). Aufgrund der Informationen zur Geologie (z. B. räumliche Erstreckung des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion, der einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich aufnehmen kann, und Informationen zum Deckgebirge) aus der Geosynthese des bzw. Teiluntersuchungsraumes (Kapitel 8.5) werden die Beschreibungen der entsprechenden Barrieren konkretisiert. Zusätzlich muss auf Basis der horizontalen und vertikalen Ausdehnung des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion ggf. entschieden werden, ob die Einlagerung auf ein oder auf

<sup>11</sup> Die BGE arbeitet an einem Vorschlag für eine Aktualisierung dieser Auslegungstemperatur.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 40

zwei Einlagerungssohlen stattfinden soll. Sollte diese Option bei einem der Wirtsgesteine grundsätzlich in Frage kommen, so werden bei allen Aspekten der wirtsgesteinsspezifischen Auslegung des Endlagers bereits beide Optionen verfolgt.

In einem weiteren Schritt werden aus der Geosynthese Informationen zur Tiefe des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion im jeweiligen Untersuchungsraum bzw. Teiluntersuchungsraum sowie der zugehörigen Temperatur im Einlagerungsbereich entnommen. Unter Verwendung dieser ortsspezifischen Daten wird mit der im Rahmen von Teil 1 der Methodik erarbeiteten wirtsgesteinsspezifischen Flächenbedarfsfunktion der Flächenbedarf für den Untersuchungsraum bzw. Teiluntersuchungsraum ermittelt. Der ermittelte Flächenbedarf bildet eine Grundlage für die gemäß § 7 EndlSiUntV durchzuführenden Bewertungen im Rahmen der Analyse des geplanten Endlagersystems.

Eine detailliertere Darstellung der Methodik zur Erstellung der vorläufigen Endlagerauslegung inklusive Erläuterung anhand von Beispielen ist Anlage 1, Kapitel 4.2 zu entnehmen.

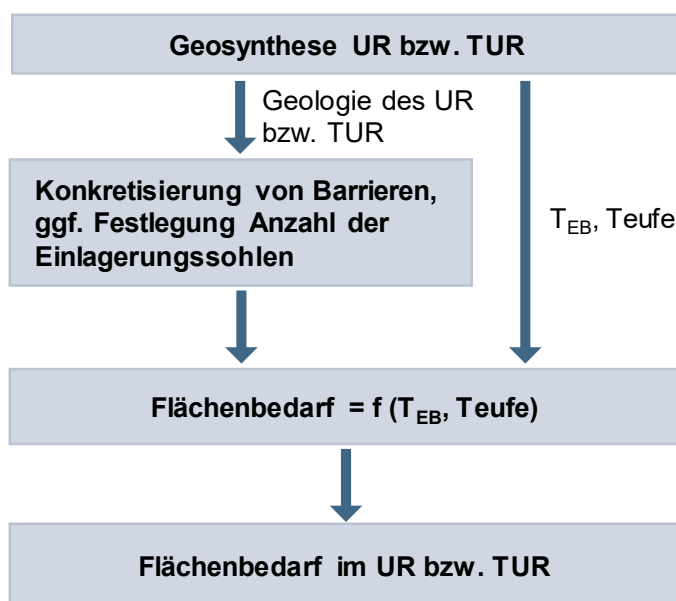


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Methodik zur (teil-)untersuchungsraumspezifischen vorläufigen Endlagerauslegung im Rahmen der rvSU (Teil 2 der Methodik)

## 8.6.1 Technische und geotechnische Barrieren (§ 7 Abs. 6 Nr. 2 EndlSiUntV)

Nach Vorgabe von § 7 Abs. 6 Nr. 2 EndlSiUntV kann im Rahmen der rvSU davon ausgegangen werden, dass technische und geotechnische Barrieren ihre Funktion grundsätzlich in dem jeweils vorgesehenen Zeitraum erfüllen, sofern dies nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik nicht ausgeschlossen erscheint.

Für die Wirtsgesteine werden spezifische Endlagerauslegungen vorgenommen, um die prinzipielle Realisierbarkeit zu prüfen. Weiterhin werden grundsätzliche Annahmen aufgezeigt, die bei den Arbeiten der vorläufigen Auslegung des Endlagers zu Grunde gelegt werden sollen.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 41

## 8.7 Analyse des Endlagersystems für jeden Untersuchungsraum (§ 7 EndlSiUntV)

### 8.7.1 Ziel der Analyse des Endlagersystems

Die Analyse des Endlagersystems nach § 7 EndlSiUntV wird auf Basis der Geosynthese (§ 5 EndlSiUntV, Kapitel 8.5), des vorläufigen Sicherheitskonzeptes (§ 6 Abs. 1 EndlSiUntV, Kapitel 8.3) und der vorläufigen Auslegung des Endlagers (§ 6 Abs. 2 und 4 EndlSiUntV, Kapitel 8.6) durchgeführt und bildet die Grundlage für die umfassende Bewertung des Endlagersystems (§ 10 EndlSiUntV, Kapitel 8.8).

§ 7 Abs. 6 EndlSiUntV ersetzt im Rahmen der rvSU die Absätze 1 bis 3 und 5 des § 7 EndlSiUntV. Im Rahmen der Analyse des Endlagersystems (§ 7 EndlSiUntV) sind, zusätzlich zur Ableitung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen, anhand überschlägiger Abschätzungen und Analogiebetrachtungen für jeden Untersuchungsraum die in § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndlSiUntV aufgeführten Aspekte a) bis f) (siehe Kapitel 8.7.3) zu bewerten. Darüber hinaus ist die Möglichkeit des sicheren Betriebs darzustellen, die zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle zu beurteilen und die Relevanz der einzelnen geoWK für die auf Basis der rvSU Ergebnisse stattfindende erneute Anwendung zu bewerten.

Ergebnisse der Analyse des Endlagersystems sind Informationen, Beurteilungen und Bewertungen (vgl. Abbildung 7). Hinter den in Abbildung 7 genannten Punkten sind separate Arbeitsabläufe hinterlegt. Bewertungen erfolgen anhand unterschiedlicher Ansätze und, wenn möglich, räumlich differenziert innerhalb des (Teil-)Untersuchungsraums. Wenn dies nicht möglich ist, erfolgt eine einheitliche Bewertung des (Teil-)Untersuchungsraums. Darüber hinaus werden Bewertungen und Beurteilungen immer dann im Rahmen der Bearbeitung der rvSU durchgeführt, wenn dies entsprechend der Daten- und Kenntnislage möglich ist.

Der Kerninhalt der Analyse des Endlagersystems ist damit eine Reihe von Beurteilungen und Bewertungen, die, unterstützt durch den Informationsgewinn, anschließend in die umfassende Bewertung nach § 10 EndlSiUntV eingehen. Innerhalb der umfassenden Bewertung wird eine Synthese erfolgen, die auf den in § 7 EndlSiUntV erarbeiteten separaten Ergebnissen aufbaut.



# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 42

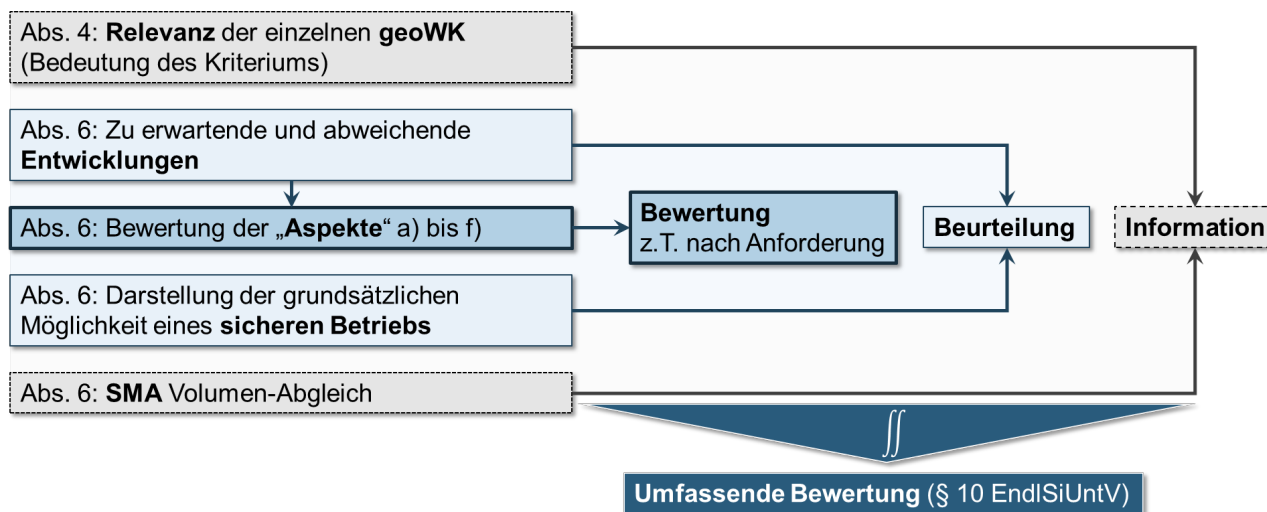


Abbildung 7: Schematischer Überblick der zu erarbeitenden Inhalte der Analyse des Endlagersystems gemäß § 7 Abs. 6 EndlSiUntV für die rvSU

## 8.7.2 Ableitung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems (§ 7 Abs. 6 Nr.1 EndlSiUntV)

In den rvSU werden erstmals die Entwicklungen des Endlagersystems abgeleitet. Es werden dabei zu erwartende und abweichende Entwicklungen betrachtet (§ 7 Abs. 6 Nr. 1 EndlSiUntV). Zu erwartende Entwicklungen sind solche, die sicher oder in der Regel eintreten werden, wohingegen abweichende Entwicklungen solche darstellen, die nicht zu erwarten sind, aber eintreten können. Diese sind die Grundlage für die Bewertung des sicheren Einschusses eines Endlagersystems und basieren auf der systematischen Betrachtung von FEP-Katalogen (beispielsweise OECD-NEA (2016)) in Verbindung mit den Sicherheitsfunktionen.

Dabei bezieht sich § 7 Abs. 6 Nr. 1 EndlSiUntV direkt auf die für die Ableitung der Entwicklungen wichtigen Prozesse:

*„auf Basis der geowissenschaftlichen Langzeitprognose sind geogene Einwirkungen und Prozesse zu identifizieren und zu bewerten sowie daraus zu erwartende und abweichende Entwicklungen abzuleiten;“*

Aufbauend auf Fischer-Appelt et al. (2013); Mrugalla (2011), Mrugalla (2014) und Stark (2014) wird die geowissenschaftliche Langzeitprognose als die Entwicklung eines Standorts ohne den Einfluss eines Endlagers verstanden. Sie umfasst also nur die geogenen Prozesse. Geogene Prozesse setzen sich zusammen aus exogenen Prozessen (z. B. Erosion) und endogenen Prozesse (z. B. Vulkanismus). Das Auftreten dieser Prozesse ist unabhängig von der Existenz des Endlagers. Demzufolge kann der Einfluss der geogenen Prozesse auf die Sicherheitsfunktionen der Barrieren im Endlagersystem nur durch die Anpassung von Standort und Tiefenlage (Standortänderung bewirkt z. B. andere Ausprägung von glazialer Erosion) optimiert werden.

Im Schritt 2 der Phase I des Standortauswahlverfahrens wird ein FEP-Katalog auf Basis der FEP-Kataloge aus internationalen und nationalen Projekten sowie unter der Berücksichtigung der

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 43

verfahrensspezifischen Anforderungen und Vorgaben des StandAG und zugehöriger Verordnungen erstellt (Abbildung 8, „FEP-Katalog STA“). Es werden zunächst alle geogenen Prozesse, die im Bereich der Teilgebiete in Deutschland auftreten, zusammengestellt. Dies ergibt eine geowissenschaftliche Langzeitprognose, die alle Untersuchungsräume abdeckt. Im Anschluss erfolgt ein Screening pro Wirtsgestein (Steinsalz, Tongestein, Kristallin) und der sich in den Endlagersystemen ergebenden Abhängigkeiten der FEP. Das Ergebnis sind fünf wirtsgesteinsspezifische FEP-Kataloge, wobei für Steinsalz und für das kristalline Wirtsgestein zwei Kataloge erstellt werden, um sowohl die steile, bzw. stratiforme Lagerung (Steinsalz) und die Endlagersysteme vom Typ 1, bzw. 2 (Kristallin) abzubilden (Abbildung 8, „*wirtsgesteinsspezifische FEP-Kataloge*“), die in einfacher Form auch die jeweilige vorläufige Endlagerauslegung abbilden.

Diese FEP-Kataloge werden als Basis für eine wirtsgesteinsspezifische Ableitung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen genutzt. Die Entwicklungen des Endlagersystems beschreiben mögliche Szenarien für die Zukunft des Endlagersystems im Bewertungszeitraum, ohne den Anspruch, die tatsächliche Entwicklung exakt vorherzusagen. Dabei werden insbesondere die Entwicklungen identifiziert, aus denen sich potentielle Beeinträchtigungen der Sicherheitsfunktionen des Wirtsgesteinsbereichs mit Barrierefunktion (oder der Barrieren im Endlagersystem Typ 2) ergeben. In der wirtsgesteinsspezifischen Ableitung der Entwicklungen werden im wesentlichen Betrachtungen des maximalen Einflusses durchgeführt. Im Rahmen der erwarteten Entwicklungen der wirtsgesteinsspezifischen Endlagersysteme werden Sensitivitätsanalysen durchgeführt und erste Einschätzungen von Ungewissheiten getroffen. Eine grundlegende, einfache Beschreibung der erwarteten Entwicklung des Endlagerbauwerks ist darin enthalten. Anschließend werden die wirtsgesteinsspezifischen FEP-Kataloge auf Basis der Geosynthese und der geowissenschaftlichen Langzeitprognose mit den lokalen Ausprägungen im Untersuchungsraum versehen und in Bezug auf Abhängigkeiten und Relevanzen der FEP bewertet (Abbildung 8, Screening zu Untersuchungsraum-spezifischen FEP-Katalogen). Diese Analyse der Abhängigkeiten und Relevanzen dient als Ausgangspunkt für eine Differenzbetrachtung zu den zuvor abgeleiteten wirtsgesteinsspezifischen Entwicklungen. Da in der wirtsgesteinsspezifischen Ableitung der Entwicklungen im wesentlichen Betrachtungen des maximalen Einflusses durchgeführt werden, werden die Untersuchungsraum-spezifischen Entwicklungen eine geringere Anzahl relevanter Abhängigkeiten aufweisen. Für die Untersuchungsraum-spezifischen Entwicklungen werden nur die geogenen Prozesse und (für Endlagersystem Typ 1) keine Entwicklungen eines Endlagerbauwerks betrachtet. Die so abgeleiteten Untersuchungsraum-spezifischen Entwicklungen werden qualitativ bzw. verbalargumentativ spezifisch auf die (Teil-)Untersuchungsräume bezogen bewertet und zur quantitativen Beurteilung als Rechenefälle an die Modellierung weitergegeben.

Eine detailliertere Darstellung der Methodik zur Ableitung von Entwicklungen inklusive Erläuterung anhand von Beispielen ist Anlage 1, Kapitel 8.2 zu entnehmen.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 44

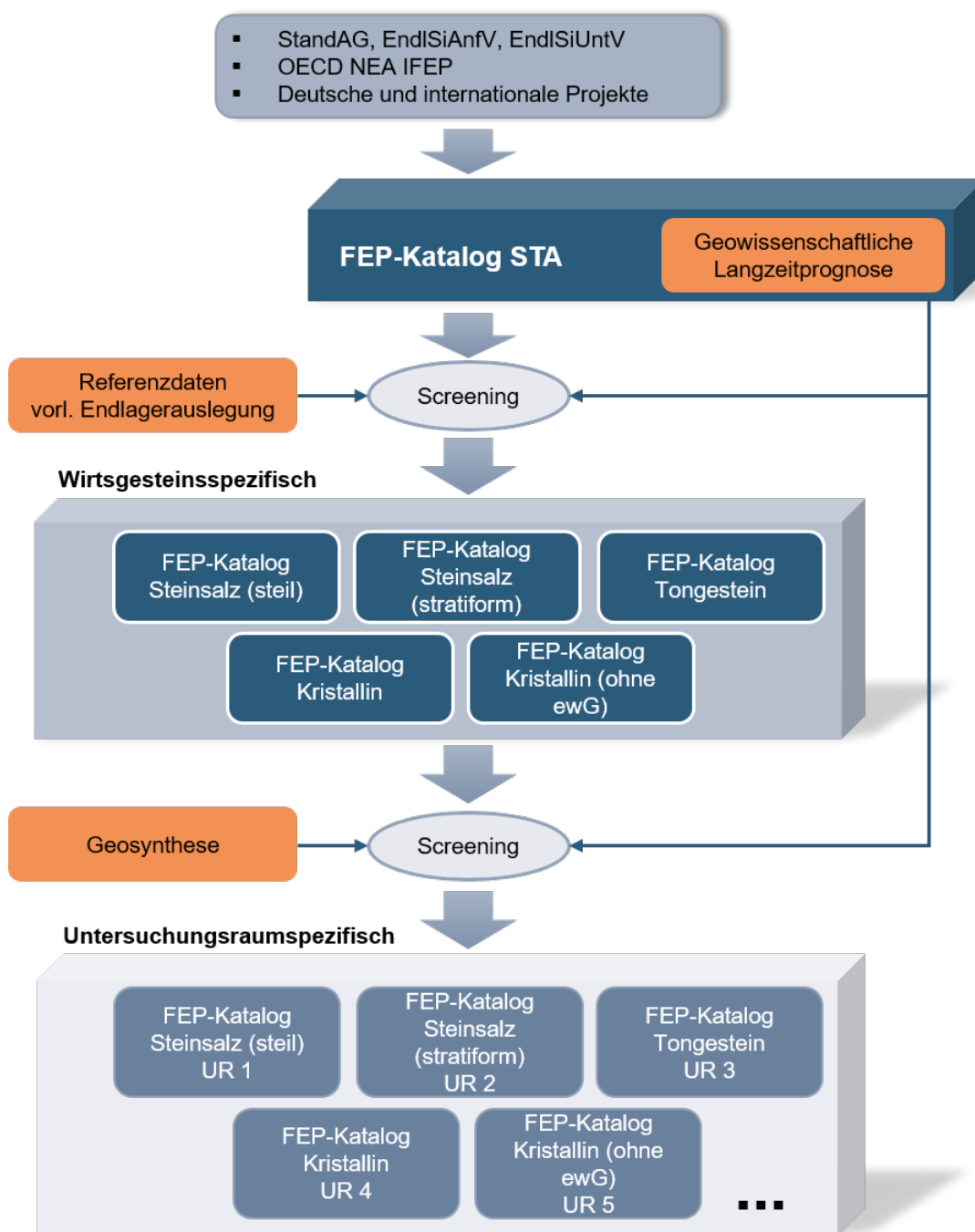


Abbildung 8: Schema zur Darstellung der unterschiedlichen FEP-Kataloge

## 8.7.3 Bewertung anhand der Aspekte a) bis f) (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 EndSiUntV)

Die unter § 7 Abs. 6 Nr. 3 EndSiUntV genannten Aspekte sollen in der Analyse des Endlagersystems unter Einbeziehung der zu erwartenden und abweichenden Entwicklungen und auf Grundlage der Geosynthese bearbeitet werden. Dies erfolgt an drei Stellen innerhalb des Ablaufs der rvSU, wobei bei der Bearbeitung der Aspekte a) bis f) keine strikte Einhaltung der alphabetischen Reihenfolge erforderlich ist.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 45

- **Prüfschritt 2: Qualitative Bewertung des sicheren Einschlusses** (Details siehe Anlage 1, Kapitel 6):
  - Aspekt a), die **räumliche Charakterisierbarkeit** des Endlagersystems. Die Bewertung erfolgt durch das gleichnamige geoWK „zur Bewertung der räumlichen Charakterisierbarkeit“ (siehe Anlage 3 (zu § 24 Abs. 3) StandAG).
  - Aspekt b), die **langfristige Stabilität der geologischen Verhältnisse**. Jeder Untersuchungsraum wird eine spezifische Betrachtung der für die langfristige Stabilität relevanten Prozesse und deren potentiellen sicherheitsrelevanten Einflüssen auf das Endlagersystem umfassen. Dieser Aspekt wird analog zum geoWK „zur Bewertung der langfristigen Stabilität der günstigen Verhältnisse“ behandelt (siehe Anlage 4 (zu § 24 Abs. 3) StandAG).
  - Neben der Bewertung von Aspekt a) und b) erfolgt eine Bewertung der Anlagen 1 und 2 (zu § 24 Abs. 3) StandAG innerhalb der qualitativen Bewertung. Anlage 1 umfasst das geoWK „zur Bewertung des Transportes radioaktiver Stoffe durch Grundwasserbewegungen im einschlusswirksamen Gebirgsbereich“ und Anlage 2 umfasst das geoWK „zur Bewertung der Konfiguration der Gesteinskörper“ (vgl. Anlage 1, Kapitel 7.1).
  - Darüber hinaus können ggf. im Prüfschritt der qualitativen Bewertung weitere Aspekte, die auf eine geringe Eignung schließen lassen, Berücksichtigung finden. Beispielsweise eine ungünstige Tiefenlage bezüglich bautechnischer Aspekte im Tongestein (siehe Anlage 1, Kapitel 7).
  - Die Ergebnisse der qualitativen Bewertung gehen in einen Prüfschritt bezüglich des Ablaufs der rvSU ein (siehe Kapitel 7).
- **Prüfschritt 3: Quantitative Bewertung des sicheren Einschlusses** (Details siehe Anlage 1, Kapitel 8.5)
  - Aspekt e), die **Möglichkeit zur Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereichs**, wird hinsichtlich der geometrischen Grundanforderungen (Mächtigkeit, Fläche, Teufe) betrachtet. Zentral sind dabei die Ergebnisse der Bewertung der Möglichkeit des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle in Zusammenhang mit Aspekt f) (siehe folgender Absatz).
  - Aspekt f), für zu erwartende Entwicklungen die **Möglichkeit des sicheren Einschlusses** nach § 4 EndlSiAnfV (Kriterium zur Berechnung des Massen- und Stoffmengenaustrags), wird anhand von Analogiebetrachtungen abgeschätzt. Dies kann anhand von Transportsimulationen der zu betrachtenden Radionuklide über den Bewertungszeitraum quantifiziert werden. Um Ungewissheiten bei der Berechnung des Transports zu berücksichtigen, werden eine Anzahl unterschiedlicher Rechenfälle in einem 1D-Modell durchgeführt. Bei den Berechnungen werden soweit möglich Untersuchungsraum bzw. Teiluntersuchungsraum spezifische Gesteinskonfigurationen und Eigenschaften berücksichtigt.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 46

- Die Ergebnisse der quantitativen Bewertung gehen in einen Prüfschritt bezüglich des Ablaufs der rvSU ein (siehe Kapitel 7).
- **Bewertung der thermischen Verhältnisse und des Flächenbedarfs** (Details siehe Anlage 1, Kapitel 8.6)
  - Aspekt c), die **thermischen Verhältnisse** und Aspekt d), der **Flächenbedarf** werden kombiniert bewertet, da sich die thermischen Verhältnisse direkt auf den Flächenbedarf auswirken. Dazu wird der, u. a. temperaturabhängige, Flächenbedarf mittels numerischer Berechnungen abgeschätzt. Zur Bewertung wird ferner eine Kennzahl ermittelt, welche sich aus dem Verhältnis der vorhandenen, geeigneten Fläche des Teiluntersuchungsraums und dem Flächenbedarf ergibt.

Bewertungen werden nach einem „best estimate“ (bestmögliche Einschätzung) durchgeführt (vgl. Anlage 1, Kapitel 8.5.3). Dadurch soll die heterogene Informationslage keinen einseitigen Einfluss auf sicherheitsgerichtete Bewertungen von Gebieten ausüben. Bewertungen, speziell solche, die auf einer vergleichsweise schlechten Informationsbasis erfolgen, können somit durch neue Erkenntnisse im weiteren Verfahren (z. B. durch die übertägige Erkundung in Phase II) sowohl günstiger als auch ungünstiger werden. Diesbezüglich wird der konservative Ansatz der teilweise in Schritt 1 der Phase I angewendet wurde revidiert (z. B. bei den Referenzdatensätze, Erläuterung in BGE (2020g)).

## 8.7.4 Möglichkeit eines sicheren Betriebs (§ 7 Abs. 6 Nr. 4 EndISiUntV)

Bestandteil der vSU sind auch Untersuchungen zur Betriebssicherheit. Gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndISiUntV „ist die grundsätzliche Möglichkeit eines sicheren Betriebs darzustellen, jedoch keine vollständige betriebliche Sicherheitsanalyse durchzuführen“. Hierbei sind in der Verordnung weder der Inhalt noch der Umfang dieser Darstellung näher spezifiziert.

Die Darstellung der grundsätzlichen Möglichkeit eines sicheren Betriebs erfolgt im Rahmen der rvSU für unterschiedlichen Aspekte der Betriebssicherheit in unterschiedlichen Detaillierungsgraden. Für die nicht radiologischen (konventionellen) Aspekte der Betriebssicherheit, wie dem Arbeitsschutz, dem Bergrecht und dem Brandschutz, erfolgt eine ortsunabhängige Betrachtung der regulatorischen Grundlagen und der Ableitung entsprechender Maßnahmen als Anforderung für die vorläufige Endlagerauslegung nach § 6 Abs. 4 EndISiUntV. Um die grundsätzliche Möglichkeit des sicheren Betriebs für die Betriebssicherheitsaspekte Strahlenschutz und Freisetzung radioaktiver Stoffe in den zu betrachtenden Untersuchungsräumen darzustellen, wird ein übergeordneter Katalog erstellt, der ebenfalls ortsunabhängig und für alle Wirtsgesteine und Endlagerkonzepte abdeckend mögliche Einwirkungen und Maßnahmen zur Erfüllung der an die Betriebssicherheit gestellten Anforderungen zusammenfasst. Im Anschluss werden aus diesem abdeckenden Katalog für jeden einzelnen Untersuchungsraum mögliche spezifische Einwirkungen identifiziert, so dass sich für jeden Untersuchungsraum die notwendigen Maßnahmen ergeben. Hierfür wurde durch die BGE das in Abbildung 9 skizzierte und im Folgenden beschriebene Bearbeitungskonzept erarbeitet.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 47

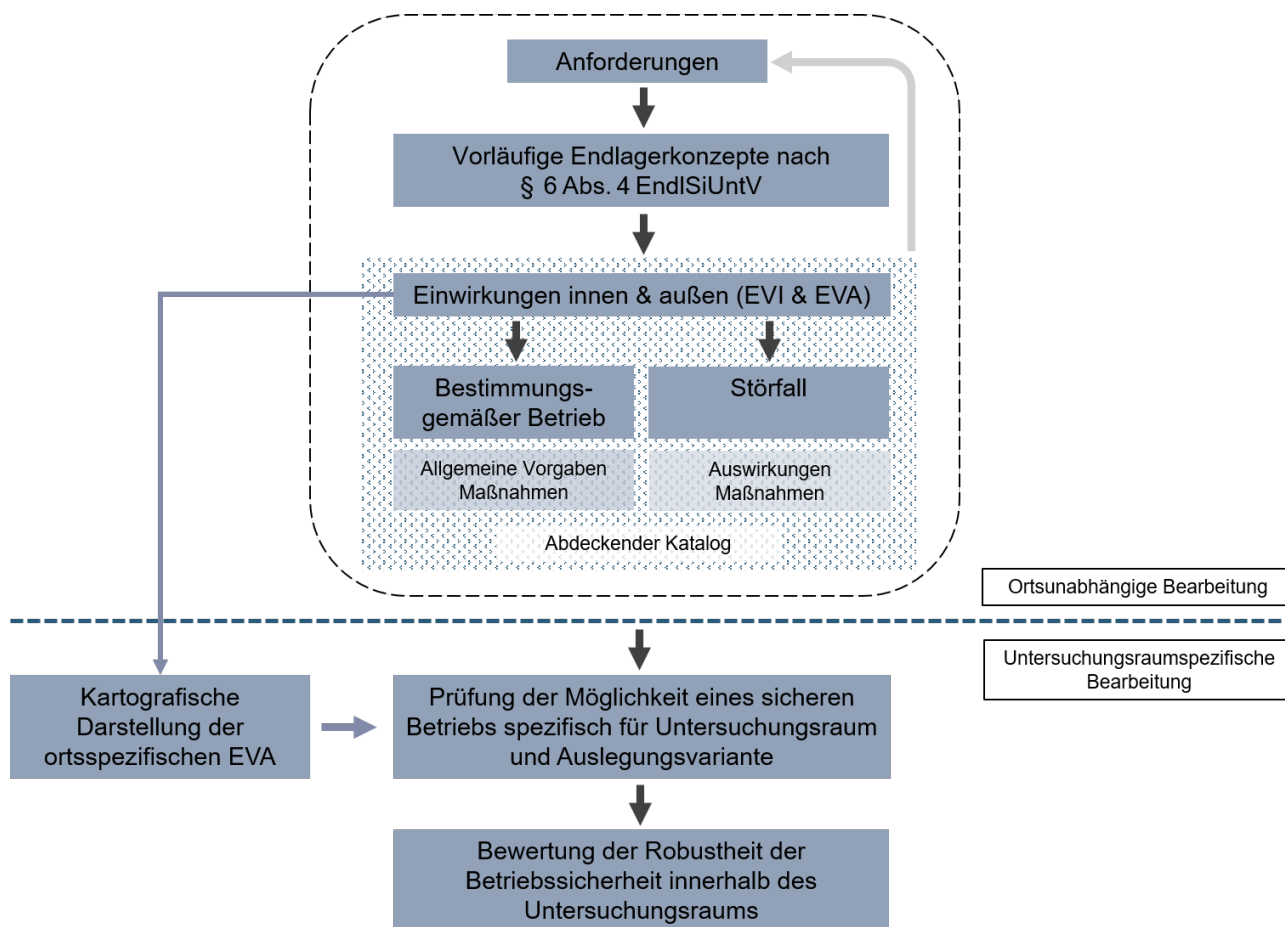


Abbildung 9: Zusammenfassende Darstellung der Methodik zur Darstellung der grundsätzlichen Möglichkeit eines sicheren Betriebs im Rahmen der rvSU nach § 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV

Im ersten Schritt werden im Rahmen der ortsunabhängigen Bearbeitung umfassende Anforderungen an die Betriebssicherheit aus regulatorischen Randbedingungen, aus den Anforderungen an die Langzeitsicherheit und aus dem Sicherheitskonzept abgeleitet. Dabei werden unter anderem Anforderungen formuliert, die sich aus den nicht radiologischen Aspekten der Betriebssicherheit, wie dem Arbeitsschutz, Bergrecht und Brandschutz, ergeben. Hierzu werden die entsprechenden regulatorischen Vorgaben beschrieben und exemplarisch Maßnahmen abgeleitet. Die Anforderungen und Maßnahmen, die sich aus der Betrachtung dieser konventionellen Betriebssicherheitsaspekte ergeben, werden bei der Endlagerauslegung und der Planung der Betriebsabläufe berücksichtigt. Die Darstellung der grundsätzlichen Möglichkeit eines sicheren Betriebs in Bezug auf diese Aspekte erfolgt ortsunabhängig auf Grundlage der Annahmen, dass durch das Befolgen der regulatorischen Vorgaben ein sicherer Betrieb möglich ist. Eine detaillierte Betrachtung der nicht radiologischen Aspekte der Betriebssicherheit ist daher im Rahmen der rvSU nicht erforderlich und erfolgt unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den Aspekten der Betriebssicherheit erst in Phase II des Standortauswahlverfahrens. Aufbauend auf den gestellten Anforderungen werden die in Kapitel 8.6 (vorläufige Endlagerauslegung) entwickelten vorläufigen Endlagerkonzepte zusammengefasst, Systemskizzen der Endlagerkonzepte dargestellt und Teilsysteme in diesen identifiziert. Für

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 48

die Erstellung eines abdeckenden Katalogs mit dem Ziel der Betrachtung der Betriebssicherheitsaspekte Strahlenschutz und Freisetzung radioaktiver Stoffe werden für die Anlagenzustände des Endlagers („bestimmungsgemäßer Betrieb“ und „Störfall“) die Einwirkungen von innen (EVI) und von außen (EVA) auf die Teilsysteme des Endlagers betrachtet. Als Einwirkungen werden nach BMUB (2015b) die „[a]uf Einrichtungen einwirkende Kraft- und Verformungsgrößen oder Medien mit physikalischem, chemischem oder biologischem Einfluss oder eine Kombination derselben“ definiert. Bei der Identifikation der EVA wird zwischen der Anlagensicherung und der Anlagensicherheit differenziert. EVA im Sinne der Anlagensicherheit werde im Rahmen der rvSU detailliert entsprechend der beschriebenen Methodik betrachtet. EVA im Sinne der Anlagensicherung dagegen umfassen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter. Sie werden aufgrund des frühen Verfahrenszeitpunkts ausschließlich kurz beschrieben. Für alle Einwirkungen (EVI und EVA) werden unter Berücksichtigung der Endlagerkonzepte entsprechende Maßnahmen erläutert, um die im ersten Schritt zusammengestellten Anforderungen an die Betriebssicherheit zu erfüllen.

Bei der Beschreibung der Einwirkungen und Maßnahmen wird insbesondere zwischen den übergeordneten Anlagenzuständen „bestimmungsgemäßer Betrieb“ und „Störfall“ unterschieden. Nach BMUB (2015b) ist der „bestimmungsgemäße Betrieb“ „[d]er Betrieb, für den eine Anlage nach ihrem technischen Zweck bestimmt, ausgelegt und geeignet ist [...]“. Er umfasst damit die § 17 Abs. 1 Nr. 1 und 2 EndlSiAnfV genannten Anlagenzustände „Normalbetrieb“ und „anomaler Betrieb“. Die Kategorie „Störfall“ umfasst die Anlagenzustände „Auslegungsstörfall“ und „auslegungsüberschreitender Unfall“ (§ 17 Abs. 1 Nr. 3 und 4 EndlSiAnfV). Neben Maßnahmen, die aus den Einwirkungen abgeleitet werden, werden bei der Beschreibung des bestimmungsgemäßen Betriebs zusätzlich allgemeine Maßnahmen und Vorgaben betrachtet, die sich nicht unmittelbar aus einer Einwirkung ableiten. Die identifizierten Einwirkungen bilden dann gemeinsam mit den formulierten Maßnahmen und allgemeinen Vorgaben einen abdeckenden Katalog.

Auf Grundlage des abdeckenden Katalogs wird mit Hilfe von Kartenmaterial (zu den ortsspezifischen EVAs, z. B. Karten zu Hochwasser) eine Prüfung der einzelnen Untersuchungsräume hinsichtlich der grundsätzlichen Möglichkeit eines sicheren Betriebs durchgeführt. Neben der Darstellung der grundsätzlichen Möglichkeit des sicheren Betriebs erfolgt in einem zweiten Schritt die Bewertung der Robustheit der Betriebssicherheit innerhalb des Untersuchungsraums. Die Bewertung der Robustheit der Betriebssicherheit im Untersuchungsraum erfolgt auf Grundlage der Betrachtung der ortsspezifischen EVA und den für diese Einwirkungen notwendigen Vorsorgemaßnahmen. Details zur Darstellung der grundsätzlichen Möglichkeit eines sicheren Betriebs sind Anlage 1, Kapitel 8.7 zu entnehmen.

## 8.7.5 Zusätzliche Endlagerung größerer Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (§ 7 Abs. 6 Nr. 6 EndlSiAnfV)

Im Rahmen des Standortauswahlverfahrens ist auch zu untersuchen, ob die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) in einem Endlager am gleichen Standort möglich ist. Gemäß § 1 Abs. 6 StandAG ist die Endlagerung von SMA am auszuwählenden Standort zulässig, „wenn die gleiche bestmögliche Sicherheit des Standortes wie bei der alleinigen Endlagerung hochradioaktiver

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 49

*Abfälle gewährleistet ist*. Im Rahmen der rvSU ist zunächst gemäß § 7 Abs. 6 Nr. 6 EndlSiUntV anhand des Volumens des potentiell vorkommenden Wirtsgesteins zu beurteilen, inwiefern die zusätzliche Endlagerung größerer Mengen SMA im gleichen Untersuchungsraum möglich ist. Dazu ist in § 21 Abs. 2 EndlSiAnfV geregelt, dass „*ein separates Endlagerbergwerk aufzufahren*“ ist. Die Beurteilung der Möglichkeit einer zusätzlichen SMA Endlagerung hat keine Auswirkung auf die Bewertung der Möglichkeit des sicheren Einschlusses eines Untersuchungsraums und ist für diejenigen Untersuchungsräume vorgesehen, die als Standortregionen in Frage kommen.

Zur Bewertung wird zunächst das Mengengerüst für ein SMA-Endlager beschrieben. Um eine Beurteilung durchführen zu können, inwiefern die zusätzliche Endlagerung größerer Mengen SMA im gleichen Untersuchungsraum möglich ist, ist es notwendig sowohl das verfügbare Volumen an potentiell Wirtsgestein im jeweiligen Untersuchungsraum bzw. Teiluntersuchungsraum als auch das benötigte Volumen für ein Endlagerbergwerk für die zusätzliche Endlagerung von SMA zu quantifizieren. Dafür wird das beim Aufstellen des Mengengerüsts ermittelte Abfallgebundevolumen für eine Beurteilung der Einlagerung von SMA in ein zusätzliches SMA-Endlager herangezogen. In den rvSU wird im Rahmen der vorläufigen Auslegung des HAA-Endlagers gemäß § 6 Abs. 4 Nr. 2 EndlSiUntV die maximale Größe eines möglichen Endlagerbergwerks ermittelt, woraus das dafür benötigte Wirtsgesteinsvolumen abgeleitet wird. Daraus folgend wird für ein betrachtetes Gebiet das anschließend noch freie verfügbare Volumen an potentiell Wirtsgestein bestimmt. Dieses Volumen wird mit dem ermittelten Volumenbedarf eines SMA-Endlagerbergwerk einschließlich eines zu definierenden Mindestabstands zwischen den SMA- und HAA-Endlagerbergwerken verglichen. Der Volumenbedarf des Endlagerbergwerks wird dabei planerisch erarbeitet und stellt somit eine erste Machbarkeitsindikation dar. Ein reiner Abgleich zwischen dem benötigten und dem vorhandenen Volumen besitzt jedoch nur eine begrenzte Aussagekraft bezüglich der weiteren Beurteilung der Möglichkeit der zusätzlichen Endlagerung von größeren Mengen SMA. Es muss berücksichtigt werden, aus welcher Mächtigkeit und horizontalen Ausdehnung sich das noch vorhandene Wirtsgesteinsvolumen zusammensetzt und auf welchem Endlagerflächenbedarf und auf welcher vertikalen Ausdehnung der Volumenbedarf des Endlagerbergwerks basiert.

Zur Bestimmung des Flächenbedarfs eines Bergwerks für die zusätzliche Endlagerung von SMA werden eigene Endlagerauslegungen erarbeitet. Dazu wird die Teufenabhängigkeit des Flächenbedarfs auf Grundlage von gebirgsmechanischen Berechnungen für jedes der Wirtsgesteine untersucht. Analog zur vorläufigen Auslegung des HAA-Endlagers werden Teufen betrachtet, die abdeckend sind und mit denen für verschiedene Teufen der Volumenbedarf für ein zusätzliches SMA-Endlager einschließlich des Mindestabstands mit dem verfügbaren Wirtsgesteinsvolumen nach Abzug des Volumenbedarfs eines HAA-Endlagers verglichen werden kann. Liegt der Volumenbedarf des SMA-Endlagers unterhalb des zur Verfügung stehenden Wirtsgesteinsvolumens, so ist die zusätzliche Endlagerung möglich. Details zur Beurteilung der zusätzliche Endlagerung von SMA sind Anlage 1, Kapitel 8.9 zu entnehmen.



# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 50

## 8.7.6 Relevanz der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 7 Abs. 4 EndlSiUntV)

Nach § 7 Abs. 4 EndlSiUntV ist für jeden Untersuchungsraum darzulegen, welche Relevanz die einzelnen geoWK nach den Anlagen 1 bis 11 (zu § 24) StandAG für die Beurteilung des jeweiligen Endlagersystems haben. Dazu werden in der EndlSiUntV drei **Relevanzaspekte** definiert, die es bei der Darlegung zu bewerten gibt:

1. Die Bedeutung eines geoWK für die Sicherheitsfunktion des jeweiligen Endlagersystems,
2. der aktuelle Kenntnisstand zu den lokalen Sachverhalten im Endlagersystem und
3. das Potenzial für den Erkenntnisgewinn aufgrund zukünftiger Erkundungstätigkeiten.

Die Darlegung der Relevanz ist Teil der Analyse des Endlagersystems nach § 7 EndlSiUntV und soll als Grundlage für die weitere Anwendung der geoWK im Rahmen von § 14 StandAG gemäß § 24 StandAG dienen. In Anlehnung an das Vorgehen zur geowissenschaftlichen Abwägung (vgl. (BGE 2020k) wird die Relevanz für die einzelnen Kriterien bzw. Indikatoren der geoWK dargelegt. Dabei werden zwei Ebenen unterschieden:

- **Generelle Relevanz:** Festzulegen auf Basis der übergeordneten Bedeutung der Kriterien bzw. Indikatoren für Wirtsgesteine bzw. wirtsgesteinsspezifische Sicherheitskonzepte des Endlagersystems.
- **Lokalspezifische Relevanz:** Festzulegen auf Basis einer detaillierteren Analyse unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten in Bereichen eines Untersuchungsraums, deren Eignung als mögliche Standortregion im Rahmen der rvSU untersucht wird. Die lokalspezifische Bedeutung wird dabei ausschließlich für Bereiche betrachtet, die im Rahmen der umfassenden Bewertung (§ 10 EndlSiUntV) in Kategorie A bewertet wurden (vgl. Abbildung 2).

Die Relevanz der Indikatoren wird für beide Ebenen bewertet. Dabei wird die Relevanz jeweils in fünf Klassen unterschieden: hoch (Klasse I), vorläufig mittel (Klasse II), mittel (Klasse III), vorläufig gering (Klasse IV) und gering (Klasse V).

Aufgrund der Bewertung der Relevanz auf zwei Ebenen sind folgende Einsatzgebiete der Darlegung der Relevanz der geoWK denkbar:

1. Generell:
  - a. Möglicher Vergleich von Bereichen aus unterschiedlichen Untersuchungsräumen nach Abschluss der rvSU,
  - b. Überprüfung der Grundlage für die überschlägigen Abschätzungen und Analogiebetrachtungen für rvSU nach § 7 Abs. 6 EndlSiUntV
2. Lokalspezifisch: möglicher Vergleich von Bereichen innerhalb eines Untersuchungsraums.

Eine detailliertere Darstellung der Methodik zur Ermittlung der Relevanz der geoWK ist Anlage 1, Kapitel 8.8 zu entnehmen. Die Anwendung aller geoWK findet erst nach Abschluss der rvSU im Rahmen von § 14 StandAG statt und ist somit nicht Bestandteil der rvSU-Methode. Deshalb wurde die Anwendung der Relevanz noch nicht an praktischen Beispielen in den GzME getestet. Dies ist

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 51

Teil zukünftiger Arbeiten zu der methodischen Ausgestaltung der geoWK. Aus diesem Grund ist die vorgestellte Methode zur Bearbeitung der geoWK Relevanz zunächst als vorläufig zu betrachten.

## 8.8 Umfassende Bewertung des Endlagersystems für jeden Untersuchungsraum (§ 10 EndlSiUntV)

In den rvSU muss für jeden Untersuchungsraum eine umfassende Bewertung gemäß § 10 EndlSiUntV durchgeführt werden. Nach BT-Drs. 19/19291, S. 52 stellt „die umfassende Bewertung des Endlagersystems [...] die zentrale Aussage einer vorläufigen Sicherheitsuntersuchung dar. Im Kern beinhaltet sie nach § 27 Abs. 1 StandAG eine Prognose über die zu erwartende Qualität des erreichbaren Einschlusses der radioaktiven Abfälle im jeweiligen Untersuchungsraum, wobei die entsprechenden Anforderungen nach § 4 EndlSiAnfV als Maßstab heranzuziehen sind.“

Das Ziel der Bearbeitung von § 10 EndlSiUntV ist die Bewertung der *Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems* je Untersuchungsraum ausgehend von den Ergebnissen der Analyse des Endlagersystems (§ 7 EndlSiUntV). Im Gegensatz zu § 7 EndlSiUntV, in der jeder Aspekt fokussiert und separat bewertet wird, bringt die umfassende Bewertung des Endlagersystems alle Aspekte und die Ergebnisse der Prüfschritte zusammen und führt zu einer Gesamtbewertung. Diese Gesamtbewertung erfolgt je Untersuchungsraum. Wurde ein Untersuchungsraum in Laufe der rvSU in Teiluntersuchungsräume unterteilt (vgl. Kapitel 8.5.1), so erfolgt zwar eine separate umfassende Bewertung der Sicherheit je Teiluntersuchungsraum, die Ergebnisse werden jedoch anschließend für den gesamten Untersuchungsraum zusammengeführt. Ergebnis der umfassenden Bewertung kann dabei eine differenzierte Bewertung bezüglich der Sicherheit sein.

Wie in Kapitel 7 erläutert und in Abbildung 2 dargestellt, erzeugt der prozessuale Ablauf der rvSU eine Bewertung der Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems in Kategorien, die sich aus der Bearbeitung der vier Prüfschritte ableiten. Die Kategorisierung der Bewertungen soll der transparenten Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse der Prüfschritte dienen und kann darüber hinaus für eine flächendifferenzierte Darstellung herangezogen werden. Abbildung 10 zeigt schematisch eine solche Darstellung für einen fiktiven Untersuchungsraum. Eine wesentliche Motivation bei diesem Vorgehen ist, dadurch eine gestaffelte Bearbeitungstiefe anwenden zu können, um eine möglichst detaillierte Bearbeitung der am besten geeigneten Gebiete zu gewährleisten. Zugleich wird sichergestellt, dass alle Gebiete, auch diejenigen die keine überwiegend gute Bewertung erhalten haben, einer transparenten Eignungsprüfung unterzogen worden sind.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 52

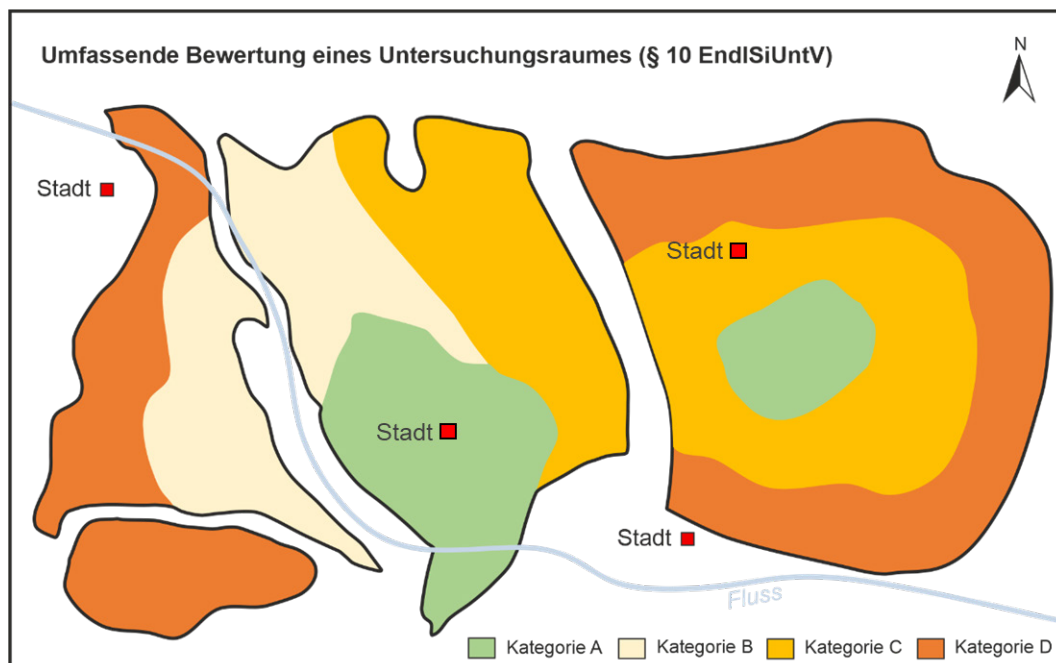


Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung der Bewertungen in die Kategorien A bis D nach § 10 EndlSiUntV eines fiktiven Untersuchungsraums

Im Folgenden wird die Bedeutung der Bewertungen von Untersuchungsraum bzw. Teiluntersuchungsraum (oder Bereichen davon, im Folgenden als Bereiche bezeichnet) anhand der Kategorien erläutert:

- Kategorie D: Bereiche, die mit Kategorie D bewertet werden erfüllen entweder ein Ausschlusskriterium (§ 22 StandAG) oder erfüllen nicht die Mindestanforderungen (§ 23 StandAG) und dementsprechend nicht die Anforderungen an einen Endlagerstandort. Da die Anwendung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen in den rvSU zielgerichtet erfolgt, kann die Bewertung in Kategorie D auf jeder der Ebenen (2) bis (4) der Bearbeitungsschritte (vgl. Kapitel 7) erfolgen.
- Kategorie C: enthält Bereiche, die ungeeignet sind oder keine überwiegend gute Eignung in Bezug auf die Sicherheit und Robustheit des Endlagersystems aufweisen, da sie bei den Prüfschritten der qualitativen oder quantitativen Bewertung des sicheren Einschlusses überwiegend schlecht abgeschnitten haben.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 53

- Sicherheitsgerichteter Diskurs: Es wird zum jetzigen Zeitpunkt in der Methodenentwicklung erwartet, dass die Bereiche, die nicht in Kategorie C oder D fallen, anschließend weiter nach ihrer Eignung in einer integralen Sichtweise diskutiert werden, um die am besten geeigneten von den weniger guten Bereichen zu trennen. In einem letzten Prüfschritt, dem sicherheitsgerichteten Diskurs, sollen daher im Rahmen von § 10 EndlSiUntV alle bislang erfolgten qualitativen und quantitativen Bewertungen gemeinsam betrachtet werden. Dieser Diskurs wird verbalargumentativ erfolgen, aber ergänzend die Evaluierung von entsprechenden Kennzahlen enthalten. Das Ergebnis des sicherheitsgerichteten Diskurs sind Bereiche, die in Kategorie A oder Kategorie B fallen. Kategorie A enthält Bereiche, welche die am besten geeigneten Gebiete in Bezug auf Sicherheit und Robustheit aufweist.

Im Ergebnis der umfassenden Bewertung ist vorgesehen, dass ausschließlich Bereiche, die nach Kategorie A bewertet wurden, im Anschluss an die rvSU im Rahmen von § 14 StandAG einer erneuten Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien unterzogen werden. Darüber hinaus erfolgt nur für diese Bereiche der Kategorie A die Bewertung von Ungewissheiten (§ 11 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.9), die Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarf (§ 12 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.10), die Beurteilung der Möglichkeit zur zusätzlich Endlagerungen von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (§ 7 Abs. 6 Nr. 4 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.5) sowie die Bewertung der Relevanz der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien (§ 7 Abs. 4 EndlSiUntV, siehe Kapitel 8.7.6).

In einem Untersuchungsraum können, wie oben dargestellt, mehrere räumlich getrennt voneinander liegende Bereiche als am besten geeignet (Kategorie A) ermittelt werden. Im Sicherheitsuntersuchungsbericht zu jedem Untersuchungsraum werden diese Bereiche dann jeweils einzeln vorgestellt.

## 8.9 Bewertung von Ungewissheiten (§ 11 EndlSiUntV)

Die Betrachtung von Ungewissheiten ist ein elementarer Bestandteil in den vSU. Die Bewertung von Ungewissheiten im Rahmen der vSU ist in § 11 EndlSiUntV wie folgt geregelt:

1. bestehende Ungewissheiten müssen systematisch ausgewiesen und charakterisiert werden (vgl. § 11 Abs. 1 EndlSiUntV).
2. der Umgang mit den bestehenden Ungewissheiten und deren Auswirkungen sollen dokumentiert werden (vgl. § 11 Abs. 2 EndlSiUntV).
3. der Einfluss weiterer Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen auf die bestehenden Ungewissheiten ist abzuschätzen (vgl. § 11 Abs. 3 EndlSiUntV).

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 54

Basierend auf diesen Anforderungen, werden in den rvSU folgende Schritte bei der Betrachtung und Bewertung von Ungewissheiten durchlaufen:

1. Identifikation und Ausweisung der bestehenden Ungewissheiten (während jedes Arbeitsschritts der rvSU).
2. Charakterisierung und Kategorisierung (s. Kapitel 8.9.2) der bestehenden Ungewissheiten (während jedes Arbeitsschritts der rvSU).
3. Beschreibung und Dokumentation des Umgangs mit den identifizierten Ungewissheiten.
4. Beschreibung der Auswirkungen der bestehenden Ungewissheiten, insbesondere hinsichtlich der Sicherheit des Endlagersystems.
5. Abschätzung des Einflusses weiterer Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen auf die identifizierten Ungewissheiten.

Eine erweiterte Darstellung der Methodik und eine Zusammenfassung des aktuellen Wissensstands befindet sich in Anlage 1, Kapitel 10. Während der rvSU bestehende Ungewissheiten werden mittels einer Erfassungstabelle systematisch erfasst. Dies umfasst eine Dokumentation jedes Arbeitsschrittes im Umgang mit den bestehenden Ungewissheiten und dient somit der Erfüllung sämtlicher Anforderungen des § 11 EndlSiUntV in Hinblick auf den Umgang mit Ungewissheiten in den rvSU.

## 8.9.1 Definition von Ungewissheiten

Basierend auf vorhergehenden und unter Berücksichtigung internationaler Arbeiten definiert die BGE Ungewissheiten im Zusammenhang mit dem Standortauswahlverfahren wie folgt:

- Ungewissheit ist ein Mangel an Gewissheit und / oder Informationen zur Beschreibung des Systems und somit zur Einschätzung möglicher negativer Konsequenzen.
- Ungewissheiten können sowohl durch fehlendes Wissen, als auch durch natürliche Variabilität entstehen.
- Basierend auf der etablierten Verwendung des Begriffs „Ungewissheit“, z. B. in der EndlSiUntV, Eckhardt (2020) und Fischer-Appelt et al. (2013), präferiert auch die BGE den Begriff „Ungewissheit“ gegenüber „Unsicherheit“.

## 8.9.2 Kategorisierung von Ungewissheiten

International existieren unterschiedliche Ansätze, um Ungewissheiten hinsichtlich ihres natürlichen Ursprungs zu kategorisieren. Im Allgemeinen wird zwischen aleatorischen Ungewissheiten (basierend auf inhärenter, natürlicher Variabilität) und epistemischen Ungewissheiten (basierend auf fehlendem Wissen) unterschieden. Um Ungewissheiten in Bezug auf ihren Ursprung einordnen zu können, werden innerhalb der rvSU vier verschiedene Kategorien von Ungewissheiten eingeführt (Tabelle 2).


<b>Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung</b>								 <b>BUNDEGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG</b>	
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev	Blatt: 55
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
SG	0330				EA	TF	0001	00	

Tabelle 2: Kategorien von Ungewissheiten in den rvSU

Kategorie	Beschreibung
<b>Methodische Ungewissheiten</b>	Methodische Ungewissheiten beschreiben zum jeweiligen Zeitpunkt im Standortauswahlverfahren bestehende übergeordnete Ungewissheiten, die mit den gewählten Bearbeitungs- und Herangehensweisen verbunden sind.
<b>Szenarien-ungewissheiten</b>	Szenariungewissheiten beziehen sich auf Ungewissheiten im Zusammenhang mit der zukünftigen Entwicklung des Endlagersystems infolge von internen und externen einwirkenden Prozessen.
<b>Modell-ungewissheiten</b>	Modellungewissheiten entstehen durch den Grad der Abstraktion und die damit verbundene vereinfachte Darstellung des Systems. Sie können sowohl konzeptionellen, mathematischen oder rechnerischen Ursprungs sein oder auch durch ein begrenztes Verständnis des modellierten Systems entstehen.
<b>Daten- und Parameter-ungewissheiten</b>	Daten- und Parameterungewissheiten beschreiben Ungewissheiten in Verbindung mit den zur Verfügung stehenden bzw. verwendeten Daten. Diese Ungewissheiten können z. B. von limitierter Datenverfügbarkeit, Messungenauigkeiten, oder inhärenter Variabilität herrühren.

Die Notwendigkeit einer Kategorisierung geht aus den in § 11 EndlSiUntV gestellten Anforderungen hervor. Die Kategorien orientieren sich an international üblichen Herangehensweisen. Im Vergleich zu etablierten internationalen Herangehensweisen, wird innerhalb der rvSU mit den „Methodischen Ungewissheiten“ eine weitere Kategorie von Ungewissheiten eingeführt. Die Entwicklung von Methoden stellt ein wichtiges Element der rvSU dar, da aufgrund der Einzigartigkeit des Standortauswahlverfahrens – insbesondere in Hinblick auf die große Anzahl der zu betrachtenden Teilgebiete unterschiedlicher Wirtsgesteine (BGE 2020g) – ein Großteil der Methoden neu entwickelt und geprüft werden muss.

### 8.9.3 Spezifische Untersuchung der Auswirkungen bestehender Ungewissheiten

Während der rvSU identifizierte Ungewissheiten können die Eingangsdaten verwendeter Modelle berühren. Als Konsequenz können sich die erfassten Ungewissheiten während der Modellierung des Endlagersystems fortsetzen und zu einer „Prognoseungewissheit“ führen (Abbildung 11). Diese stellt den Streubereich der Modellprognose dar und resultiert aus den eingegangenen Ungewissheiten, bezeichnet aber, im Gegensatz zu den soeben vorgestellten, vier Kategorien von Ungewissheiten (Tabelle 2), keine eigenständige Ungewissheits-Kategorie.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 56

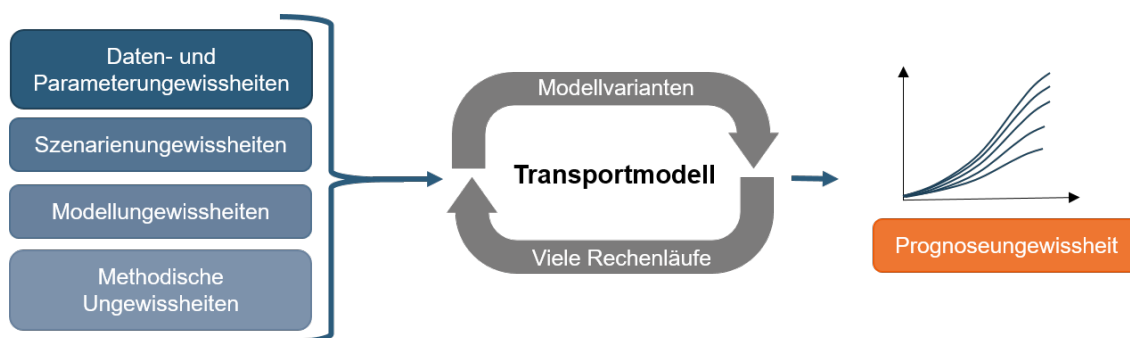


Abbildung 11: Ungewissheiten, welche den Input der Modellierung betreffen, pflanzen sich über die Modellierung fort und resultieren in einer Prognoseungewissheit

Um Ungewissheiten unterschiedlicher Kategorien zu berücksichtigen, werden eine Anzahl an Rechenläufen erstellt. Der Zusammenhang und die Einflüsse verschiedener Ungewissheiten auf Modellergebnisse werden dann im Rahmen Sensitivitäts- und Ungewissheitsanalysen (englisch: „sensitivity and uncertainty analyses“) untersucht, um die Prognoseungewissheit zu quantifizieren. Eine solche Untersuchung basiert im Wesentlichen darauf, eine große Anzahl an Rechenfällen mit verschiedenen Annahmen und Parameterdaten zu rechnen. Hierbei können die Eingangsdaten innerhalb von Intervallen variiert werden, die sich aus den erfassten Ungewissheiten ergeben. Daraus resultiert ein sogenanntes Ensemble an Ergebnissen. Anhand dieser wird ermittelt, wie sich die erfassten Ungewissheiten in die Modellergebnisse fortpflanzen und welche Ungewissheit sich daraus in der Modellprognose ergibt. Der Fokus liegt hierbei auf den sicherheitsgerichteten Ergebnissen der Modellprognose.

## 8.9.4 Reduzierung von Ungewissheiten

Entsprechend § 11 Abs. 3 EndlSiUntV werden innerhalb der rvSU erste Aussagen zu Reduzierungsmöglichkeiten von Ungewissheiten und deren Einfluss getroffen. Die Betrachtung von Ungewissheiten in den rvSU stellt somit eine wichtige Grundlage für nachfolgende Verfahrensschritte dar, insbesondere in Hinblick auf die Ableitung des notwendigen Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs. Aufgrund der großen Bedeutung des Themenkomplexes Ungewissheiten werden auch bereits innerhalb der rvSU Kooperationen mit externen Institutionen initiiert, die das Thema Ungewissheiten adressieren. Dies umfasst, neben dem Forschungscluster „Ungewissheiten und Robustheit mit Blick auf die Sicherheit eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle“ (URS), auch die Entwicklung von Software durch externe Anbieter.

Ziel ist es bestehende Ungewissheiten im Laufe des Standortauswahlverfahrens zu reduzieren. Zentral sind dabei vor allem die Fragen, ob bestimmte Ungewissheiten überhaupt reduziert werden können und welchen Nutzen eine entsprechende Reduktion in Hinblick auf sicherheitsgerichtete Aussagen hätte. Diese Information dient der Priorisierung und Planung nachfolgender Arbeiten (wie der über- und untertägigen Erkundungen). Eine Priorisierung ist notwendig, da die Reduktion von Ungewissheiten im weiteren Verlauf des Verfahrens absehbar mit einem zunehmenden materiellen und zeitlichen Aufwand verbunden sein wird.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 57

## 8.10 Ableitung des Erkundungs-, Forschungs-, und Entwicklungsbedarfs (§ 12 Endl-SiUntV)

Die Anforderungen an die vSU sind in der EndlSiUntV beschrieben und umfassen gemäß § 12 EndlSiUntV auch die Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs (für die unterschiedlichen Untersuchungsräume). Die Ableitung dieser Bedarfe beruht dabei auf der umfassenden Bewertung des Endlagersystems und der Ungewissheiten nach den §§ 10 und 11 EndlSiUntV (siehe Kapitel 8.8 und Kapitel 8.9). Gemäß § 12 Abs. 1 Nr. 1 EndlSiUntV sind dabei *„aufbauend auf den identifizierten geowissenschaftlichen Kenntnisdefiziten im Untersuchungsraum standortbezogene Erkundungsbedarfe zu identifizieren, darzustellen und hinsichtlich ihrer Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems zu priorisieren“*. Des Weiteren sind nach § 12 Abs. 1 Nr. 2 EndlSiUntV *„sonstige Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zu identifizieren, darzustellen und hinsichtlich ihrer Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems zu priorisieren“*. Für die abgeleiteten Bedarfe ist die voraussichtliche Zeitdauer ihrer Bearbeitung anzugeben. Eine detailliertere Methodenbeschreibung zur Ableitung des Erkundungs-, Forschungs-, und Entwicklungsbedarfs ist Anlage 1, Kapitel 11 zu entnehmen.

### 8.10.1 Grundlagen

Im Rahmen der rvSU wird für jeden Untersuchungsraum eine umfassende Bewertung des Endlagersystems erarbeitet. Ungewissheiten, z. B. aufgrund geringer Datenverfügbarkeit oder hoher geologischer Komplexität des Untergrunds, werden im Verlauf der rvSU mitgeführt und im Rahmen der Bewertung von Ungewissheiten (§ 11 EndlSiUntV) für die Gebiete der Kategorie A (siehe Kapitel 8.8) zusammenfassend dargestellt. Die anschließende Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs (§ 12 EndlSiUntV) samt Priorisierung hinsichtlich Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems ist für diejenigen Untersuchungsräume vorgesehen, die als Standortregion in Frage kommen.

Der im Rahmen der rvSU abgeleitete Erkundungsbedarf ist neben dem sich aus den Anforderungen der weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (wvSU) ergebende Erkundungsbedarf die Grundlage für die Ausarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung nach § 14 StandAG.

### 8.10.2 Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe

Die in der Geosynthese zusammengestellte und interpretierte Datenlage jedes Untersuchungsraums bildet die Grundlage für die Bewertung des Endlagersystems im Rahmen der vSU gemäß EndlSiUntV. Die gegenwärtige Datenlage ist dabei sehr heterogen und in den Untersuchungsräumen unterschiedlich. Oft wird auf Analogschlüsse und Referenzdaten zurückgegriffen, deren Geltung für den konkreten Untersuchungsraum ggf. einer Überprüfung bedarf. Aus der Bewertung der räumlichen Lage und geologischen Beschaffenheit der jeweiligen Wirtsgesteinsformation in Abwesenheit einer hohen Dichte ortsspezifischer Daten, in der noch keine standortspezifischen Daten erhoben wurden, ergeben sich Ungewissheiten. Diese basieren auf Kenntnisdefiziten, aus denen der Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarf nach § 12 EndlSiUntV für die Arbeiten der



# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 58

BGE im Rahmen von § 16 StandAG (Phase II) und § 18 StandAG (Phase III) des Standortauswahlverfahrens abgeleitet wird. Diese drei Begriffe werden wie folgt spezifiziert:

- **Erkundungsbedarfe** beruhen auf Kenntnisdefiziten, welche durch Erkundungsmaßnahmen verringert bzw. beseitigt werden können. Ursache von Erkundungsbedarfen ist hauptsächlich eine lokal geringe Datenverfügbarkeit.
- **Forschungsbedarfe** beruhen auf Kenntnisdefiziten, die durch Erkundungsmaßnahmen nicht unmittelbar verringert oder beseitigt werden können. Diese Kenntnisdefizite rühren z.B. aus nicht messbaren zukünftigen geodynamischen Entwicklungen oder Wechselwirkungen zwischen Prozessen und Komponenten des Endlagersystems.
- **Entwicklungsbedarfe** sind technischer Natur. Ein Entwicklungsbedarf ergibt sich, wenn z.B. technische Entwicklungen absehbar zu besseren Ergebnissen in der Erkundung führen würden.

## 8.10.3 Priorisierung der abgeleiteten Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe

Aus dem Ziel der Arbeiten im Rahmen von § 16 StandAG – der übertägigen Erkundung der festgelegten Standortregionen und der Erarbeitung eines Vorschlags für die untertägige Erkundung – ergeben sich zwei wesentliche Merkmale für eine Priorisierung der Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe:

- Bewertungskriterien, hinsichtlich der Erfüllung der Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen (§§ 22 und 23 StandAG) und
- Bewertungskriterien, die im Rahmen eines Vergleichs von Standortregionen zu einer weiteren Differenzierung führen.

Die im folgenden aufgeführte Priorisierung dient als Vorschlag und Diskussionsgrundlage für eine mögliche Richtlinie bei der Ausarbeitung von Erkundungsprogrammen und ist als genereller methodischer Ansatz zu betrachten. Sie erfolgt in drei Schritten:

1. **Priorisierung gemäß den Kriterien des StandAG:** Sofern Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe hinsichtlich der Erfüllung der Ausschlusskriterien oder Mindestanforderungen (§§ 22 und 23 StandAG) vorliegen, erhalten diese die höchste Priorisierung. Die hohe Priorität liegt darin begründet, dass der Untersuchungsraum nach Durchführung dieser ersten Erkundungs- oder Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen bereits aus dem Standortauswahlverfahren ausscheiden könnte. Voraussichtlich werden zum Zeitpunkt der Priorisierung der Bedarfe jedoch für den Großteil der Untersuchungsräume keine diesbezüglichen Bedarfe bestehen, da bzgl. der Erfüllung der Mindestanforderungen sowie der Nichterfüllung der Ausschlusskriterien eine hohe Gewissheit besteht.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 59

- 2. Priorisierung gemäß der Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems:** In einem zweiten Schritt erfolgt die Priorisierung der Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe hinsichtlich ihrer Relevanz für die Sicherheit des Endlagersystems. Das sind Bedarfe, die sich insbesondere aus dem vorläufigen Sicherheitskonzept und der Analyse des Endlagersystems (§§ 6 und 7 EndlSiUntV) ergeben. Insbesondere ist den Bedarfen eine hohe Priorität zuzuordnen, die sich auf die Charakterisierung der wesentlichen Barriere beziehen. Des Weiteren wird die Relevanz der geoWK (§ 24 StandAG) für die Beurteilung des Endlagersystems, die sich aus § 7 Abs. 4 EndlSiUntV ergibt, bei der Priorisierung berücksichtigt.
- 3. Priorisierung gemäß dem Aufwand der Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen:** Wenn alle anderen fachlichen Prioritäten gesetzt sind, erfolgt eine Prüfung der Maßnahmen nach ihrem Kosten/Nutzen-Verhältnis mit dem Ziel, ein zeit- und kostenoptimiertes Erkundungsprogramm zu entwerfen bzw. Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen zu planen.

## 8.10.4 Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme

In Abgrenzung zu der Entwicklung standortbezogener Erkundungsprogramme bezieht sich die Ableitung des Erkundungs-, Forschungs- und Entwicklungsbedarfs gemäß § 12 EndlSiUntV ausschließlich auf die innerhalb der rvSU erarbeitete umfassende Gesamtbewertung des Endlagersystems sowie der Bewertung von Ungewissheiten. Im Vergleich zu den im Rahmen von § 12 EndlSiUntV abgeleiteten Erkundungsbedarfen ergeben sich allein aufgrund der höheren Anforderungen der wvSU verglichen zu den rvSU zusätzliche Bedarfe für die standortbezogenen Erkundungsprogramme. Die Erarbeitung der standortbezogenen Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung erfolgt demnach auf Grundlage der nach § 12 EndlSiUntV abgeleiteten Erkundungsbedarfe und der sich aus den Anforderungen der wvSU ergebenden Erkundungsbedarfe sowie eine Reihe weiterer Kriterien und Bedingungen, die für den Einsatz der Messmethoden relevant sind.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 60

## 9 Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen (§ 14 Abs. 2 StandAG)

Gebiete ohne hinreichende Information liegen vor, wenn die Informationslage nicht ausreicht, um die Kriterien und Anforderungen nach §§ 22 bis 24 StandAG anzuwenden (§ 14 Abs. 2 StandAG). Zunächst werden diese Gebiete anhand einheitlicher Kriterien in der geowissenschaftlichen Ausarbeitung im Rahmen der Geosynthese identifiziert und separat ausgewiesen (Abbildung 12). Diese Gebiete ohne hinreichende Informationen werden im Folgenden während der rvSU, geoWK und planWK nicht weiterbearbeitet. Jedoch wird mit dem Standortregionen-Vorschlag durch die BGE der weitere Umgang mit den betroffenen Gebieten ohne hinreichende Informationen für Phase II individuell empfohlen und fachlich begründet. Die Empfehlung basiert auf einer Prüfung, bei der abgeschätzt wird, ob ein Gebiet ohne hinreichende Informationen eine gleichwertige oder bessere Bewertung der Anforderungen und Kriterien nach §§ 22 bis 24 StandAG im Vergleich zu den ermittelten Standortregionen erwarten lässt. Bei positiver Prüfung wird im Rahmen des Standortregionenberichts empfohlen, dass das ausgewiesene Gebiet in Phase II anhand eines spezifischen Erkundungsprogramms weiter im Suchprozess verbleibt. Bei negativer Prüfung wird hingegen empfohlen, dass das ausgewiesene Gebiet in Phase II nicht übertäglich erkundet wird (Abbildung 12).

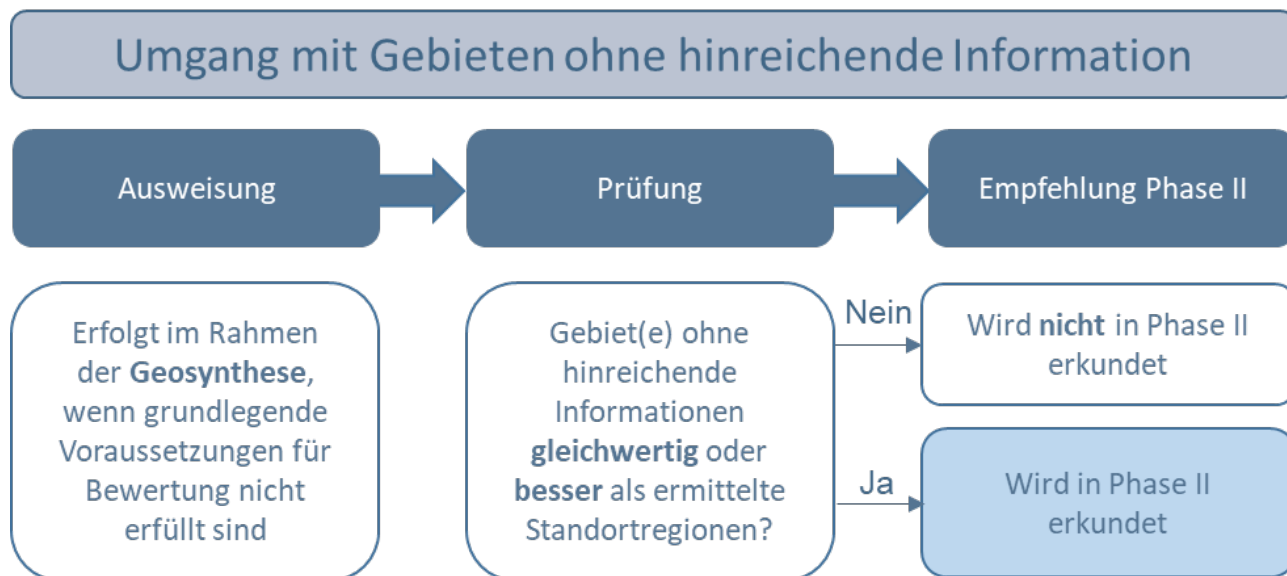


Abbildung 12: Umgang mit Gebieten ohne hinreichende Informationen

Die Empfehlung über den weiteren Umgang mit einzelnen Gebieten hängt auch maßgeblich von der Eignung der ermittelten Standortregionen bezüglich der bestmöglichen Sicherheit ab. Mit Blick auf die Suche und Auswahl des Standorts mit der bestmöglichen Sicherheit wäre es nicht zielführend, systematisch Gebiete ohne hinreichende Datenlage zu erkunden, wenn für diese Gebiete keine oder nur eine geringe Aussicht besteht, dass sie sich in dem vergleichenden Verfahren am Ende der Phase II durchsetzen können. Grundsätzlich gilt, dass kein Gebiet aufgrund nicht hinreichender Informationen gegenüber Gebieten mit ausreichend Informationen benachteiligt wird. Die Bewertung hinsichtlich der Eignungsfähigkeit dieser Gebiete für einen Endlagerstandort wird einer großen Bedeutung im Rahmen der Umgangsempfehlung der BGE zuteil.

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 61

## Literaturverzeichnis

AkEnd (2002): *Auswahlverfahren für Endlagerstandorte: Empfehlungen des AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte*. Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe. Köln

AtG: Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3530) geändert worden ist

Bertrams, N., Bollingerfehr, W., Dörr, S., Filbert, W., Simo, E., Fahland, S., J., H., Heusermann, S., Kühnlenz, T., Mrugalla, S., Reinhold, K., Buhmann, D., Kindlein, J., Mönig, J., Wolf, J., Minkley, W. & Popp, T. (2015): *Konzeptentwicklung für ein generisches Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle in flach lagernden Salzschieben in Deutschland sowie Entwicklung und Überprüfung eines Sicherheits- und Nachweiskonzeptes KOSINA* Zwischenbericht Dezember 2015 FKZ 02E11395/02E11405/TEC-37-2015-Z DBETEC, BGR, GRS, IfG. Peine

BGE (2020g): *Zwischenbericht Teilgebiete gemäß § 13 StandAG*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.  
[https://www.bge.de/fileadmin/user\\_upload/Standortsuche/Wesentliche\\_Unterlagen/Zwischenbericht\\_Teilgebiete/Zwischenbericht\\_Teilgebiete\\_barrierefrei.pdf](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Zwischenbericht_Teilgebiete_barrierefrei.pdf)

BGE (2020k): *Teilgebiete und Anwendung Geowissenschaftliche Abwägungskriterien gemäß § 24 StandAG. Untersetzende Unterlage zum Zwischenbericht Teilgebiete*. Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.  
[https://www.bge.de/fileadmin/user\\_upload/Standortsuche/Wesentliche\\_Unterlagen/Zwischenbericht\\_Teilgebiete/Teilgebiete\\_und\\_Anwendung\\_Geowissenschaftliche\\_Abwaegungskriterien\\_gemaess\\_24\\_StandAG\\_Untersetzende\\_Unterlage\\_zum\\_Zwischenbericht\\_Teilgebiete.pdf](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Zwischenbericht_Teilgebiete/Teilgebiete_und_Anwendung_Geowissenschaftliche_Abwaegungskriterien_gemaess_24_StandAG_Untersetzende_Unterlage_zum_Zwischenbericht_Teilgebiete.pdf)

BGE (2021b): *Grundlegende Anforderungen an Endlagerbehälter für hochradioaktive Abfälle* Peine: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH.  
[https://www.bge.de/fileadmin/user\\_upload/Standortsuche/Wesentliche\\_Unterlagen/Methodik/Phase\\_I\\_Schritt\\_2/Grundlegende\\_Anforderungen\\_an\\_Endlagerbehaelter\\_fuer\\_hochradioaktive\\_Abfaelle\\_REV00\\_barrierefrei.pdf](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Standortsuche/Wesentliche_Unterlagen/Methodik/Phase_I_Schritt_2/Grundlegende_Anforderungen_an_Endlagerbehaelter_fuer_hochradioaktive_Abfaelle_REV00_barrierefrei.pdf)

BMU (2020): *Bericht der Bundesregierung für die siebte Überprüfungs-Konferenz im Mai 2021 zur Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Bonn

BMU (2021a): *Neue Lösung für Rücknahme radioaktiver Abfälle aus Frankreich*. [Internetadresse]: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Zugriff am: 15.12.2021. Verfügbar unter <https://www.bmu.de/meldung/neue-loesung-fuer-ruecknahme-radioaktiver-abfaelle-aus-frankreich/>

BMU (2021b): *Verzeichnis radioaktiver Abfälle (Bestand zum 31. Dezember 2019 und Prognose)*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Berlin

BMUB (2015a): *Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm)*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Bonn

BMUB (2015b): *Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke*

# Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd.-Nr.	Rev
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
SG	0330				EA	TF	0001	00

Blatt: 62

- BT-Drs. 19/19291: Verordnung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Verordnung über Sicherheitsanforderungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle
- Dörr, S., Bollingerfehr, W., Filbert, W. & Tholen, M. (2011): *Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung*. LABRADOR. Abschlussbericht. DBE TECHNOLOGY GmbH. Peine
- Eckhardt, A. (2020): *Sicherheit angesichts von Ungewissheit – Ungewissheiten im Safety Case*. Literaturstudie. TRANSENS-Bericht-01. TRANSENS. Zollikerberg, Schweiz
- EndlSiAnV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)
- EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)
- Fischer-Appelt, K., Baltés, B., Buhmann, D., Larue, J. & Mönig, J. (2013): *Synthesebericht für die VSG: Bericht zum Arbeitspaket 13*. Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben GRS-290. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH. Köln. ISBN 9783939355663
- Mrugalla, S. (2011): *Geowissenschaftliche Langzeitprognose: Bericht zum Arbeitspaket 2; vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben*. Köln ; Garching bei München [u.a.]: GRS. ISBN 9783939355519
- Mrugalla, S. (2014): *Geowissenschaftliche Langzeitprognose für Norddeutschland - ohne Endlagereinfluss (AnSichT)*. Ergebnisbericht. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- OECD-NEA (2016): *Scenario Development Workshop Synopsis*. NEA/RWM/R(2015)3. OECD Nuclear Energy Agency. Paris, France
- Peiffer, F., McStocker, B., Gründler, D., Ewig, F., Thomauske, B., Havenith, A. & Kettler, J. (2012): *Abfallspezifikation und Mengengerüst - Basis Ausstieg aus der Kernenergienutzung (Juli 2011)*. Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben. GRS - 278. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec) GmbH, international nuclear safety engineering (nse) GmbH. Köln. ISBN 9783939355542
- StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist
- StandAG 2013: Standortauswahlgesetz vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2553), außer Kraft getreten zum 16.05.2017 (BGBl. I S. 1105) und ersetzt durch das Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074)
- Stark, L. (2014): *Geowissenschaftliche Langzeitprognose für Süddeutschland - ohne Endlagereinfluss (AnSichT)*. Ergebnisbericht. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

**Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH**  
**Eschenstraße 55**  
**31224 Peine**  
**T +49 05171 43-0**  
**[poststelle@bge.de](mailto:poststelle@bge.de)**  
**[www.bge.de](http://www.bge.de)**